<36621103520014

<36621103520014

Bayer. Staatsbibliothek

Berlin und Stettin,
bey Friedrich Nicolai, 1782

Phys Sp. 402 7.(2

Physica. Meteorologia 407.

R

Neue Ideen

über die

Meteorologie

von

J. A. de Luc.

Aus dem Französischen übersezt.

Zweyter Theil.

Berlin und Stettin,

bey Friedrich Nicolai, 1788.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Inhalt.

Dritte Abtheilung.

Allgemeine Betrachtungen über die Meteorologie.

Erstes Kapitel.

Von dem Regen.

Erster Abschnitt.

Genauere Betrachtungen der Hygrometrie in Beziehung auf dies Phänomen. S. 1

Zweyter Abschnitt.

Von dem Zustande der obern Schichten der Atmosphäre in Absicht der Feuchtheit; nebst einigen Betrachtungen über die Ausdünstung. 7

Inhalt.

Dritter Abschnitt.

Grundsätze der Hygrologie in Beziehung auf die Phänomene des Regens. S. 31

Vierter Abschnitt.

Erste Prüfung der Phänomene der Wolken. 54

Fünfter Abschnitt.

Von einigen Phänomenen der Wolken, während der Bildung des Thaus. 73

Sechster Abschnitt.

Von der Natur der Wolken. 75

Siebenter Abschnitt.

Von der Dauer der Wolken. 84

Achter Abschnitt.

Von der Bildung des Regens in den Wolken. 92

Neunter Abschnitt.

Von dem Zustande der wässrigen Dünste in der Atmosphäre. 96

Zweytes Kapitel.

Von den Gewittern.

Erster Abschnitt.

Von dem Platzregen. 112

Zweyter Abschnitt.

Vom Hagel. 114

Drit

Inhalt.

Dritter Abschnitt.

Vom Donner. S. 118

Vierter Abschnitt.

Von der Erklärung der Gewitter durch Herrn von Saussure. 122

Drittes Kapitel.

Von der Zwischenzeit zwischen der Ausdünstung und dem Regen. 146

Viertes Kapitel.

Gründe für die Meinung, daß das Wasser selbst in der atmosphärischen Luft gebildet wird.

Erster Abschnitt.

Einige Umstände, die sich auf die Entdeckung des Wassers in Luftgestalt beziehen *). 153

Zweyter Abschnitt.

Von einigen Phänomenen, wo die Luft Wasser hervorzubringen scheint. 170

Fünftes Kapitel.

Von der atmosphärischen Luft.

Er

*) Man lese bey diesem Abschnitte: Watt's Gedanken über die Bestandtheile des Wassers und der dephlogist. Luft. Chem. Annal. 1786. I. 23. Westrumbs Versuch über Verwandlung des Wassers in Luft. Ebend. 1785 II. 499. und Beytr. zu d. chem. Ann. I. 4. S. 35.
Scheelens Bemerkungen in chem. Ann. 1785. I. 229. 291.
Crell's Nachrichten von Erscheinung des Wassers nach Verbrennung der beiden Luftarten. Ebend. S. 47. u. f. f.

Inhalt.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Ideen über die Natur der atmosphärischen Ursachen. S. 201

Zweyter Abschnitt.

Untersuchung der Frage: ob die atmosphärische Luft eine Mischung zweyer Luftarten sey. 204

Dritter Abschnitt.

Von den Verhältnissen der atmosphärischen Luft zum Wasser. 212

Sechstes Kapitel.

Meteorologische Betrachtungen des Lichts.

Erster Abschnitt.

Verbindungen in dem Gange des Lichts mit dem der wässrigen Dünste in der Luft. 228

Zweyter Abschnitt.

Von den Verhältnissen des Lichts zur Wärme in der Atmosphäre. 232

Dritter Abschnitt.

Von dem Zustande des Feuers in der Atmosphäre. 235

Vierter Abschnitt.

Von dem Unterschiede der Sonnenstrahlen und des Feuers. 254

Fünf-

Inhalt.

Fünfter Abschnitt.

Von der geringern Wärme der obern Schichten der Atmosphäre in Vergleichung mit den untern. S. 264

Sechster Abschnitt.

Meteorologische Muthmassungen über die Modifikationen der Sonnenstrahlen in der Atmosphäre. 292

Siebentes Kapitel.

Bemerkungen über die atmosphärische Elektricität.

Erster Abschnitt.

Nähere Betrachtungen der Elektrometer. 298

Zweyter Abschnitt.

Von den Phänomenen der Luftelektricität bey gewöhnlicher Witterung nach den Beobachtungen des Herrn von Saussure. 306

Dritter Abschnitt.

Meteorologische Folgerungen, welche aus den Phänomenen der Luftelektricität zu fließen scheinen. 313

Achtes Kapitel.

Merkwürdige Umstände bey dem Phänomen des Regens.

Erster Abschnitt.

Von dem Orte, wo der Regen seinen Ursprung nimmt, und von den Zeiten da es regnet. 325

Zweyter Abschnitt.

Von den Winden, welche vor dem Regen vorausgehen und ihn begleiten. 331

Neun-

Inhalt.

Neuntes Kapitel.

Allgemeine Bemerkungen über die Natur der Wirkungen und Ursachen in der Atmosphäre, welche diesem Werke zum Schlusse dienen. 340

Entwurf zu neuen Werken. 359

Dritte

Dritte Abtheilung.

Allgemeine Betrachtungen über die Meteorologie.

Erstes Kapitel.

Von dem Regen.

Erster Abschnitt.

Genauere Betrachtungen der Hygrometrie in Beziehung auf dies Phänomen.

Ich komme auf den Gegenstand, weswegen ich mich endlich entschlossen habe, die Summe von Versuchen und Beobachtungen, die ich bey meinem langen Studium der ausdehnbaren Flüssigkeiten sammlete, bekannt zu machen. Ehe ich irgend eine Theorie hierüber entworfen hätte, würde ich gern alle Untersuchungen, die mir dies Studium eröfnet hatte, bis ans Ende verfolgt haben; wenn ich nicht jetzt zu langsam fortgienge, als daß ich einen großen Weg zu machen hoffen dürfte, und es mir nicht daher um so wichtiger wäre, durch das Urtheil andrer die Irrgänge zu erfahren, in die ich etwa hätte gerathen können.

§. 535.

Ich hatte schon lange bemerkt, daß die meisten in der Meteorologie angenommenen Jdeen, nicht nur in Betracht der Ursachen, sondern sogar in den Gesetzen ihrer Wirkungen schwankend wären. Die Jdee von Elasticität der Luft, von ihrer Wärme und Feuchtheit, die wäßrigten und feurigen Meteore, die plötzlichen und lokalen Winde, waren eben so viel Räthsel, worüber ich nur durch die Grundsätze der mechanischen Physik des Herrn le Sage Aufklärung fand. Wenn aber auch diese Grundsätze bey den Untersuchungen leiten konnten; so war es doch sehr schwer, ihre Verbindungen mit den besondern Phänomenen zu entdecken und sie für diejenigen deutlich zu machen, die dergleichen Grundsätze der Physik zu finden verzweifelten. Die Meteorologie ist einer von den Gegenständen, denen ich den größten Theil meiner Muse widmete, und je mehr ich sie studierte, desto mehr wurde ich überzeugt, daß man in dieser Wissenschaft noch am meisten zurück sey, und daß diese Dunkelheit sich über die ganze Physik erstrecke. Jch unternehme es nicht hierin Licht zu verbreiten, da ich hier nur wenig gewahr werde, meine Absicht ist vielmehr nur, dasjenige anzuzeigen, dessen sie bedarf.

§. 536.

Eines von den gemeinsten meteorologischen Phänomenen, der Regen, soll jetzt der Hauptgegenstand meiner Bemerkungen seyn. Das Wasser erhebt sich in die Atmosphäre vermittelst der Ausdünstung und was nicht als Thau bey schönen Nächten sich herabsenkt, fällt allmählich als Regen herunter. Jn welchem Zustande war aber das Wasser, ehe es sich als Regen bildete? Hier finde ich die größte Dunkelheit. Meine erste Prüfung dieses Phänomens wird gänzlich, von der Verschiedenheit

der

der Systeme über die Ausdünstung und ihren unmittelbaren Folgen, unabhängig seyn. Jedes System hierüber, das nur etwas wahrscheinlich ist, muß die allgemeinen Phänomene erklären und ich werde nur von diesen Gebrauch machen. In jeder Hypothese über die Ausdünstung hat ihr unmittelbares Produkt, von welcher Seite man es auch betrachte, nothwendig folgende unterscheidende Kennzeichen: 1) Läßt es das Hygrometer im Verhältniß seines Ueberflusses, nach der Feuchtheit hin steigen. 2) Wenn die Wärme in einer Luft, wo es in gewisser Menge verbreitet ist, abnimmt, so nimmt hier die Feuchtheit nach Anzeige des Hygrometers zu; vermehrt sich hingegen die Wärme, so nimmt die Feuchtheit ab. 3) Bringt man in die Luft, andre hygroskopische Substanzen, welche trockner sind, als dies Mittel, so bringen sie dieselbe Wirkung, wie die Zunahme der Wärme, hervor. Dies sind die ersten Gründe der Hygrologie: das Wasser also, das sich in der Luft befindet, ohne auf das Hygrometer, weder unmittelbar, noch durch Veränderungen in der Wärme, oder in der Menge der hygroskopischen Substanzen, welche nicht so feucht sind, als diese Luft, zu wirken, gehört nicht mehr dem unmittelbaren Produkte der Ausdünstung, es hat seinen Zustand verändert. Von diesem Grundsatze, der auf anerkannte hygrologische Thatsachen gegründet ist, werde ich ausgehen, um folgenden Satz zu behaupten: „das Wasser, welches als Regen herabfällt, war in der Atmosphäre nicht als unmittelbares Produkt der Ausdünstung, es hatte seinen Zustand verändert.“

§. 537.

Ich habe in einer Abhandlung über die Hygrometrie, die ich der Königlichen Societät zu London 1773. überreichte, den ersten Anlaß meiner Zweifel über die

Ursache des Regens vorgetragen. Eine zufällige Beobachtung, die ich 1770 auf dem Gletscher von Bunt machte, und wovon ich schon in meinem Werke über die Modification der Atmosphäre (§. 932) redete, überzeugte mich, daß zuweilen in diesen Höhen eine, auf den Ebenen ungewöhnliche, Trockenheit herrschte. Ich wünschte schon längst in andrer meteorologischer Rücksicht ein Hygrometer; diese Bemerkung war mir aber ein neuer Antrieb meine Bemühungen zu verdoppeln, und zwey Jahre darauf war ich im Stande auf dieselben Berge, mit einem ziemlich genauen Werkzeuge, zurückzukehren, um mir eine deutliche Idee von diesem Phänomen zu verschaffen. Meine Abhandlung enthält ausführlich die Beobachtungen die ich damals machte, in der Sprache dieses ersten Hygrometers ausgedrückt, welches ich auch aufbewahrte, um durch Vergleichung mit einem andern, das ich in der Folge erdenken könnte, dasjenige, was seiner Sprache an Verständlichkeit fehlte, zu ergänzen. Ich habe daher dieses alte Hygrometer, mit dem, dessen Grundsätze ich in der ersten Abtheilung dieses Werks vorgelegt, verglichen, und ich werde so gleich von dem Resultat dieser Vergleichung Rechenschaft geben.

§. 538.

Da ich dieses erste Hygrometer schon vor langer Zeit verfertiget, und nicht mehr beobachtet hatte, so mußte ich zuerst seinen festen Punkt, nämlich die äußerste Feuchtheit berichtigen. Es war nur ein Unterschied von 2 seiner Grade, um welche er tiefer stand, als ich ihn 1772. festgesetzt hatte: dieses beruhigte mich über die Besorgniß andrer Veränderungen: denn dieser Unterschied ist etwa nur $\frac{1}{100}$ des Fundamental Intervalls des Werkzeuges, und über die Beständigkeit dieses Punkts hatte ich den größten Zweifel. Bey Vergleichung dieses Instru-

struments mit meinem neuen Hygrometer, wünschte ich, daß es den ganzen Raum seiner Skale durchliefe, in dem ich es auf den Bergen von Sixt beobachtet hatte; dies geschah im letzten Sommer in 4 bis 5 Wochen. Folgende Tabelle enthält diese verglichenen Beobachtungen, in der Ordnung der Zunahme der Feuchtheit, beym Fortgehen von dem trockensten Punkt. Die in der Columne des neuen Hygrometers angezeigten Grade sind von der äußersten Feuchtheit angerechnet, um die Vergleichung mit dem andern unmittelbar zu machen, dessen Grade nach dieser Ordnung gezählt sind. Ich habe eine Columne zugesetzt, welche die Stellen anzeigt, wo das alte Hygrometer sich befunden hätte, wenn sein Gang dem des neuen proportional gewesen wäre; wobey ich von ihrem Verhältniß zum trockensten Punkt ausgieng.

Temperatur nach meiner gewöhnlichen Thermometer-Skale.	Neues Hygrometer.	Unterschied.	Altes Hygrometer.	Unterschied.	Stellen, wo das alte Hygrom. hätte stehen müssen, nach seinem Verhältniß mit dem neuen zum trockensten Punkt.	Unterschied.
15°	66°9	1°6	133,0	9°5	133.0	3°2
15½	65,3	1,6	123,5	5,0	129,8	3,2
15	63,7	0,6	118,5	2,2	126,6	1,2
13½	63,1	1,9	116,3	6,4	125,4	3,8
15	61,2	1,6	109,9	4,1	121,6	3,1
15	59,6	1,2	105,8	5,4	118,5	2,4
16¼	58,4	1,6	100,4	4,6	116,1	3,2
14⅓	56,8	1,2	95,8	3,8	112,9	2,4
17	55,6	1,5	92,0	4,0	110,5	3,0
15½	54,1		98,0		107,5	

§. 539.

Man sieht sogleich aus dieser Tabelle, daß wenn die beyden Hygrometer nur in der Abtheilung ihrer Skale verschieden gewesen wären, und ihr Gang also immer dasselbe Verhältniß behalten hätte, das alte bey 107°5 statt 88° hätte stehen müssen, wenn das neue 54°1 zeigte. Hieraus folgt, daß der Gang des ersten Hygrometers nach der Trockenheit hin wuchs, in Vergleichung mit dem letzten; und ohngeachtet der Unregelmäßigkeit seiner Verhältnisse mit dem andern, bemerkt man denselben Unterschied im Gange, in dem Theile ihrer Skalen, den sie in gleicher Zeit durchlaufen haben. Dieser Gang des alten Hygrometers scheint von einer Verbindung der Veränderungen der elfenbeinern Röhre in der Länge mit denen im Durchmesser herzurühren, deren Veränderungen in der Kapacität die Bewegungen der Queckſilber-Säule verursachen: dadurch würde es mit dem Gange der Haare, welche Herr von Saussure bey seinen Hygrometern gebraucht, übereinkommen; es nimmt daran sogar mehr, als sich aus obiger Tafel ergiebt, Theil: denn nach seinem letzten Schritte zur Trockenheit schließe ich, daß, wenn ich es, wie das andre, um seine Skale zu bestimmen, der äußersten Trockenheit ausgesetzt hätte, sie, in den Punkten wo ich sie beobachtet habe, weit mehr von einander abgewichen wären. Dieses Verfahren die Verhältnisse der Gänge der Phänomene anzusehen, kann in der Experimental-Physik von einigem Nutzen seyn, und ich werde dasselbe in einem andern Werke, in dem ich mein zweytes Hygrometer beschreibe, entwickeln. Für jetzt will ich nur nach diesen unmittelbaren Vergleichungen die Beobachtungen, welche ich schon mit dem alten Hygrometer gemacht habe, in die Sprache des neuen übertragen, wodurch ich einen vorläufigen Begriff von den Phänomenen der Dünste in der Atmosphäre geben werde.

Zwey-

Zweyter Abschnitt.

Von dem Zustande der obern Schichten der Atmosphäre in Absicht der Feuchtheit; nebst einigen Betrachtungen über die Ausdünstung.

§. 540.

Ich komme nunmehr zu meinen Beobachtnngen auf den Gebirgen von Sixt, die ich in folgender Tabelle zusammen stellen, und mit den Angaben des alten Hygrometers die correspondirenden Punkte an dem neuen verbinden will.

Zeiten.	Orte der Beobachtung.	Höhe über dem Genfer-See in franz. F.	Thermometer mit meiner gewöhnlichen	Altes Hygrometer äußerster	Neues Hygrometer äußerster
1772.					
August.					
29. Morg.	Genf.	—	Efale der	86	47,0
30. Morg.	Abtey Sixt.	1122	Sonne aus-	94	43,7
5½ Ab.	Les fonds.	2988	gesetzt.	96	42,9
6½ Ab.	Grasse-chevre.	3972	—	106	40,3
10½ Ab.	Enternes.	4152	24°	123	35,0
31. 4½ M.	Derselbe Ort.	—	15½	109	39,3
9½ M.	Ein isolirter Felsen	6000	15¾	115	37,6
3½ Ab.	Auf dem Bunt etwa		13¾		
	50 Toisen unter		12		
	seinem Gipfel.	7930	6	133	43
1. Morg.	Enternes.	—	10	105	33,5
Septemb.	Abtey Sixt.	—	14	99	42,0

§. 541.

Diese Beobachtungen zeigen unmittelbar, daß die Luft oben auf dem Berge trockner war als die untere; um aber den Unterschied zu bestimmen, muß man auch auf die Wärme an beyden Orten Rücksicht nehmen. Den Tag vor meiner Beobachtung auf dem Bunt, stand das Thermometer zu Sixt in der freien Luft der Sonne ausgesetzt, auf 24°; und diese Temperatur verblieb den Tag als ich die Beobachtungen anstellte; weil in dem Augenblicke, da das Thermometer bey Sonne und Südwind 6° auf dem Bunt stand, es zu Genf im Schatten 23 $\frac{1}{2}$ zeigte. Nach der Tabelle nun, welche Herr von Sauſsure von den Wirkungen der Unterschiede in der Wärme bey derselben Luft auf die Anzeige des Hygrometers gegeben hat, würde mein neues Hygrometer, wenn die Luft, ohne ihren Zustand in Absicht der Menge des verdünsteten Wassers zu ändern, auf dem Bunt die Temperatur von + 24° meines Thermometers gehabt hätte, sich nur auf etwa 24° gehalten haben, d. h. unter dem vierten Theil seines Ganges von der äußersten Trockenheit zur äußersten Feuchtheit. Dies ist ein Grad von Trockenheit, der den Ebnen durchaus zu jeder Zeit unbekannt ist; wenigstens habe ich seit 14 Jahren, da ich die Hygrometer beobachte, deren successive Beziehungen mir immer bekannt genug waren, um merkwürdige Beschaffenheiten der Luft gewahr zu werden, niemals eine Trockenheit die ihr nahe käme, bemerkt. Noch eines merkwürdigen Umstandes hatte ich in meiner Abhandlung keine Erwähnung gethan. Ich hatte denselben Stab bey mir, von dem der Beschlag abfiel, als ich das erstemal auf den Bunt stieg und dieses Symptom von Trockenheit, das, so grob es auch war, zuerst den Zustand dieser Schichten der Atmosphäre anzeigte, trug sich auch jetzt zu: derselbe Beschlag, der in der Ebne niemals lose war,

trennte

trennte sich von dem Stabe aufs neue. Diese beyden Tage aber, der erste September und letzte August, zwey Jahre von einander, hatten in der Ebne in Absicht der Trockenheit nichts merkwürdiges. Hieraus mußte man also schon schließen, daß bey heiterm Wetter die obern Schichten der Atmosphäre trockner als die untern sind.

§. 542.

Ein sehr bemerkenswürdiger Umstand bey diesen Beobachtungen ist der Zustand der Luft oben auf diesen Bergen, während der Nacht. Zu Grasse-chevre war das Hygrometer um $6\frac{1}{2}$ Uhr Abends nur auf 40°3, da das Thermometer 15° zeigte. Zu Enternes um $10\frac{1}{2}$ Uhr Abends war das Thermometer um 174° gefallen, aber das Hygrometer stand dennoch auf 35°, welches 4°7 Zunahme der Trockenheit ausmacht. Der Unterschied der Oerter kann an jenem nicht Theil haben. Wenn Enternes etwa 30 Toisen höher ist als Grasse-chevre, so ist dieser letzte Ort auch viel offener als der andre, und es müssen also die aus dem Boden aufsteigenden Dünste hier weniger verweilen. Wir haben überdies das umgekehrte Phänomen in der Vergleichung der Beobachtungen um $10\frac{1}{2}$ Uhr Abends zu Enternes und $9\frac{1}{2}$ Uhr Morgens auf dem isolirten Felsen. Dieser Felsen ist 1850 Fuß über Enternes; er ist auf dem Gipfel der Gebirge in dieser Gegend; die Temperatur war genau wie zu Enternes; der Zustand der Luft hatte sich nicht verändert, denn einige Stunden darauf fanden wir eine große Trockenheit auf dem Bunt: und dennoch zeigte das Hygrometer 2°6 mehr zur Feuchtheit hin, als zu Enternes.

§. 545.

Dies ist ein neues Phänomen der obern Luftschichten, das, wie wir hernach sehen werden, durch die Beobach-

tungen des Herrn von Sauſſure beſtätigt iſt, und dadurch noch characteriſtiſch wird, daß die Feuchtheit hier des Nachts mehr ab- als zuzunehmen ſucht. Es war zwar, ſowohl bey ſeinen als meinen Beobachtungen, ob ſie gleich bey ſehr ſchönen Nächten angeſtellt wurden, in dieſen Höhen nicht derſelbe Unterſchied in der Temperatur des Tages und der Nacht, den man bey heiterm Wetter in den Ebnen bemerkt, wodurch ohne Zweifel die Feuchtheit weniger zunehmen mußte; aber eben dies iſt characteriſtiſch und hängt wahrſcheinlich mit denſelben Urſachen zuſammen; denn die Trockenheit, welche in dieſen ſo wenig heißen Schichten, ohngeachtet der Dauer der Ausdünſtung unten in der Atmosphäre, herrſcht, iſt ein Phänomen, das den bloßen Geſetzen der Dünſte ſo entgegen iſt, daß es eine verborgne Urſache einſchließt, von der ohne unſer Wiſſen viele andre Wirkungen abhängen können und insbeſondere der Unterſchied in den Abwechſelungen der Wärme in der obern und untern Atmosphäre.

§. 544.

Es muß alſo ohne Zweifel die Feuchtheit, da die Wärme am Tage oben auf den Bergen nur wenig des Nachts abnimmt, hier nicht wie in den Ebnen zunehmen: vielmehr hat ſie einen Hang zum Abnehmen; welches mir großentheils von dem Niederſinken der obern Schichten durch die Abnahme der Wärme in den untern, herzurühren ſcheint. Von $6\frac{1}{2}$ bis $10\frac{1}{2}$ Uhr Abends war das Thermometer nur um $1^{\circ}\frac{1}{4}$ auf dem Gebirge gefallen: in der Ebne aber, wo es bey Tage im Schatten $23\frac{1}{2}$ ſtand, mußte ſein Fallen weit größer ſeyn: daher verdickten ſich die untern Schichten, und es ſenkte ſich neue Luft auf die Gipfel der Gebirge. Dieſe Luft nun mußte trockner ſeyn, es ſey weil ſie von oben herab kam, oder von den

Dün-

Dünsten des Bodens des Berges freyer war; welches die Trockenheit über der Erde vermehren mußte.

§. 545.

Indeß muß ich hier anmerken, daß das Phänomen der Luft oben auf den Gebirgen des Nachts, entweder nicht so beständig ist als das der Trockenheit in diesen Gegenden bey Tage, oder daß es vielmehr ein neues Geheimniß andeutet. Ich bin oft auf den Gipfel der Gebirge vor Aufgang der Sonne gekommen und erinnere mich zuweilen das Gras mit Thau bedeckt gefunden zu haben. Vielleicht waren hier des Nachts Wolken gewesen, welches oft geschieht, wiewohl man die Luft gegen Sonnenaufgang heiter findet. Ich hatte damals kein Hygrometer; ich konnte also nicht sagen, was zu gleicher Zeit der Zustand der Luft selbst war; ich erinnere mich aber nicht, sie feucht gefunden zu haben, und ich zweifle, ob von ihr das Wasser, womit die Pflanzen benetzt waren, herrührte. Aus Versuchen, die ich mit dem Thau zu verschiedenen Jahrszeiten 1749 anstellte, schien es mir sehr deutlich, daß das Naßwerden der Pflanzen bey Nacht eine andre Ursache habe, als die Feuchtheit der Luft und der darin aufgehängten Körper. Wenn diese feucht werden, so geschieht es durch ein wahres Niederfallen des Wassers. Ich hatte ein Faß ohne Boden, in welchem in 3 verschiedenen Höhen Fäden ausgespannt und mit Leinwand bedeckt waren, daß dadurch zwey vollkommne Verschläge in dem Fasse gebildet wurden, welches durch Stäbe einige Fuß über der Erde gehalten wurde. Zur Zeit des Thaues sog das obre Leinwand viel Wasser ein, da das untre nur sehr wenig annahm. Wenn ich hingegen zu gleicher Zeit einen Theil des Rasens mit Glasscheiben bedeckte, so wurde das bedeckte Gras eben so feucht als das unbedeckte und diese Scheiben,

ben, welche, horizontal einen Fuß über der Erde gehalten, sich nur von oben befeuchteten, waren alsdann oben und unten naß. Die Befeuchtung der Pflanzen also nach Sonnenuntergang, begleitet wohl ohne Zweifel den Zustand der Luft der das Fallen des Thaues hervorbringt. sie scheint aber noch eine andre Ursache zu haben, die vielleicht vom Mechanismus der Vegetation abhängt; so daß die Pflanzen oben auf den Gebirgen naß werden können, ohne daß Thau fällt. Ich habe diese Versuche nicht genauer verfolgt, um daraus etwas gewisses schließen zu können; ich hoffe aber, daß dieser Gegenstand durch eine lange Reihe von Beobachtungen des Herrn Pictet wird aufgeklärt werden, die ich bereits in meinem Werke über die Geologie ankündigte und deren baldige Bekanntmachung Herr von Saussure im 2ten Bande des seinigen wünscht. Was die untre Befeuchtung der in einer kleinen Entfernung von der Erde aufgehängten Glasscheiben betrift; so beweist sie, daß die Ausdünstung hier sehr reichlich fortfährt, welches zum Fallen des Thaues beyträgt, wie ich hernach erklären werde.

§. 546.

In diesem letzten Werke giebt Herr von Saussure noch neue Beobachtungen, außer denen die er bereits in seinen Versuchen über die Hygrometrie, über die Trockenheit der obern Luftschichten bekannt gemacht hatte. Die Grade dieser Trockenheit welche er angiebt, scheinen überhaupt nicht so groß, als die von mir beobachteten; ich glaube aber, daß dies vorzüglich von dem Unterschiede unsrer Hygrometer herrühre; denn bey Vergleichung seiner Beobachtungen unter einander, zeigen sie wie die meinigen, den großen Unterschied, der in diesem Betracht zwischen den obern und untern Schichten Statt hat, wann keine besondre Ursache ihren natürlichen Zu-

stand

stand verändert. Eine der wichtigsten Beobachtungen dieser Art wurde den 13 Septbr. 1785, auf einem Abhange des Mont-Blank, 1200 Toisen über den benachbarten Ebnen, bey heiterm und stillem Wetter gemacht. Herr von Saussure brachte diese Nacht in dieser Höhe in einer kleinen gegen den Felsen gebauten Hütte zu, auf deren Spitze er mehrmal sein Hygrometer von 6 Uhr Abends bis $5\frac{1}{2}$ Uhr Morgens beobachtete und er sahe es in dieser Zeit von 85°4 bis 63°7 d. i. 21°7 nach der Trockenheit zu gehen, (nach der Tabelle seiner Beobachtungen §. 1122.) Sein Thermometer stieg zwar von +2°6 zu +4°5; es ist aber, wie er selbst bemerkt, die Wirkung dieser Zunahme der Wärme um Trockenheit hervorzubringen, sehr klein in Vergleichung mit ihrer Vermehrung.

§. 547.

Herr von Saussure war über dies Phänomen nicht erstaunt, und erinnert bey dessen Anzeige an den §. 345. seiner Versuche über die Hygrometrie, wo er es in der That vorher gesagt hatte. „Von dem Augenblick an, (sagt er selbst,) da die Sonne aufgeht, bis 3 oder 4 Uhr Abends, nimmt die Menge der Dünste in der Nähe der Erde beständig ab, weil sie in die Höhe der Atmosphäre steigen, es sey durch ihre eigne Leichtigkeit, oder durch den vertikalen Wind, den die Wärme der Sonne hervorbringt, und von 3 oder 4 Uhr Abends hingegen bis den andern Morgen, nimmt ihre Menge in den untern Schichten zu, weil die in den höhern Schichten herabsteigen, in dem Maaße wie sie sich verdichten. Ist dieser Schluß richtig, so muß es sich in den höhern Gegenden der Luft umgekehrt verhalten; die absolute Menge der Dünste muß von Sonnenaufgang bis 3 oder 4 Uhr Abends zunehmen und von dieser Zeit bis den andern

Mor-

Morgen abnehmen.“ Dieser Schluß scheint Grund zu haben, und wir werden gleich sehen, daß ich ihn selbst in meiner Abhandlung 1773, um meine Beobachtung von 1772 zu erklären, gemacht hatte: ich wurde aber bald gewahr, daß er nicht richtig sey, und Herr von Saussure giebt selbst davon einen Beweis im 87. §. desselben Werkes, wo er sich folgendermaßen ausdrückt: „Man sage jemand der kein Physiker ist, daß in der Mitte des Tages, wo die Sonne die Felder verbrennt und austrocknet, die Luft wirklich mehr Wasser enthalte, als in dem Augenblicke, da sie einen wohlthätigen Thau herabsenkt; er wird glauben, daß man seiner Leichtgläubigkeit spotte: es sind vorläufige Begriffe nöthig, um ihm verständlich zu machen, daß diese Luft, durch die Wärme belebt, fähig geworden sey, eine größre Menge Wasser aufzunehmen.“ Dies ist seiner Vorherverkündigung sehr entgegen, nämlich: „daß die Menge der Dünste beständig in der Nähe der Erde abnehme, vom Aufgange der Sonne an, bis 3 oder 4 Uhr Abends, weil sie in der Atmosphäre aufsteigen und umgekehret.“ Ereignete es sich so, wie Herr von Saussure hier sagt, so würden in derselben Menge von Dünsten fast nur Oscillationen seyn; sie würden vom Aufgehn der Sonne bis 3 oder 4 Uhr steigen, und bis zum nächsten Sonnenaufgang wieder fallen, um dieselbe Oscillation von neuem anzufangen; bis etwa auf den Unterschied des Wassers im Thaue, das bey Tage ersetzt würde. Wie würden wir also oft an einem einzigen Regen-Tage, das Produkt von einer Monathlangen Ausdünstung erhalten? Die Dünste steigen ohne Zweifel bey Tage, weil sie alsdann in der untern Atmosphäre sehr häufig sind, wegen der Vermehrung, welche die Ausdünstung auf der Oberfläche des Wassers und der Erde leidet; sie steigen des Nachts aber nur in geringem Maaße herab; denn der

Thau,

Thau, welcher sodann fällt, kann bey weitem die Ausdünstung von 24 Stunden nicht aufheben, wenn man auch annähme, daß er jede Nacht fiele, wie es doch der Fall nicht ist. Es ist dies ein wichtiger Gegenstand der Meteorologie und ich werde ihn daher mit nöthiger Ausführlichkeit behandeln.

§. 548.

Ich habe in dem Anhange des ersten Theils gesagt, daß ich mir immer, bey den Anwendungen, welche Herr von Saussure von seinem System der Hygrologie auf das meteorologische Phänomen macht, nicht zu helfen gewußt, wegen des zwiefachen Begrifs von anfangs erzeugten Dünsten, und von durch die Luft aufgelösten Dünsten, so daß wir zuweilen in den Grundsätzen, zuweilen in den Folgen von einander abweichen. Der Fall, wovon hier die Rede ist, ist einer von denen, wobey dieser zwiefache Begriff Verwirrung veranlaßt. Ich muß daher zuerst seine eignen Grundsätze anführen, um das festzusetzen, was wir gemeinschaftlich annehmen. Ich gehe also zu dem achten Kapitel seines dritten Versuchs, das die Aufschrift hat: Wiederholung der Theorie. „Die eigentlich so genannte Ausdünstung ist, sagt er," das Resultat, oder vielmehr die Wirkung von der innigen Verbindung des Elementar-Feuers mit dem Wasser. Durch diese Verbindung verwandeln sich das vereinigte Wasser und Feuer in ein dünneres Fluidum, als die Luft, welches vorzugsweis den Nahmen Dunst verdient. Wenn sich dieser Dunst im leeren Raum bildet, oder sein Ueberfluß und seine Wärme ihm das Vermögen geben, die zusammendrückende Luft auszutreiben, so heist er reiner elastischer Dunst." Bis dahin sind wir völlig einer Meinung; es ist das System, welches ich in meinem Werke über die Modifikationen der Atmosphäre angenom-

genommen und in dem gegenwärtigen aus einander gesetzt habe. Aber Herr von Sauſſure setzt hinzu: „Wenn dieser Dunst die zusammendrückende Kraft der Luft nicht gänzlich überwältigen kann, so durchdringt er sie, vermischt sich mit ihr, erleidet eine wahre Auflösung und nimmt den Nahmen eines aufgelösten elastischen Dunstes an.“ Hierüber sind wir nicht gleicher Meinung; ich muß daher seine Gründe aus §. 191 anzeigen: „Aber, fragt er sich, wie vermischt sich dieser elastische durch eine sanfte Wärme erzeugte Dunst, der in die Luft hineingeht, mit ihr? Geschieht es durch eine grobe bloß mechanische Weise oder durch eine wahre chemische Auflösung? — Die vollkommne Durchsichtigkeit einer mit Dunst gesättigten Luft, wie man sie vor dem Regen sieht — das Verschwinden der Dünste durch die Wärme — ihr plötzliches Erscheinen durch die Kälte — ihre innige Verbindung mit der Luft ungeachtet ihres Unterschiedes in der Dichtigkeit; sind sichre Anzeigen von einer innigen Vereinigung der Elemente des Dunstes mit den Elementen der Luft, oder von einer wahren chemischen Auflösung.“ Das sind die vier Gründe für die Meinung des Herrn von Sauſſure, welche ich jetzt prüfen will.

§. 549.

Der vierte, nämlich die innige Verbindung der Dünste mit der Luft, ist grade der streitige Punkt; inzwischen will ich darauf zuerst und zwar durch ein Beyspiel antworten. Wenn man fixe Luft mit gemeiner vermischt, so denkt man nicht daran, daß hier eine innige Verbindung der beyden Luftarten vorgehe. Setzt man diese Mischung der Berührung des kaustischen Laugensalzes aus, so wirkt es hier auf die fixe Luft wie auf die Dünste, es trennt diese beyden Flüßigkeiten von der

ge-

gemeinen Luft, wie der Magnet Eisenfeil aus beygemischtem Sande scheidet. Die bloße Vermischung also zweyer elastischen Flüssigkeiten, welche in einander verschwinden, kann die Meinung nicht begründen, daß sie innig verbunden sind; man muß dies immer, vermittelst eines Schlusses aus einem besondern Phänomen herleiten. Daher werde ich die drey andern Gründe prüfen, aus denen der vierte nur eine Folge seyn könnte. In dem Paragraph, der auf die angeführten folgt, unterscheidet Herr von Saussure selbst die bläschenförmigen Dünste von den elastischen, und diese Unterscheidung reicht zu, um die drey Phänomene zu erklären, auf welche er seine Hypothese, von der Auflösung der Dünste durch die Luft, stützt. Das erste ist die Durchsichtigkeit einer mit Dünsten saturirten Luft, welches bloß daher rührt, weil die elastischen Dünste eben so durchsichtig sind, als die Luft selbst: wir wissen es aus den Dünsten, die sich im leeren Raume bilden, wo sie fast rein sind, und aus denen des kochenden Wassers, die es gleichfalls in den Räumen sind, wo sie die Luft wegtreiben konnten; denn sie bleiben durchsichtig, so lange sie den Grad der Wärme behalten, bey dem sie hervorgebracht sind. Das zweyte Phänomen ist das Verschwinden der Dünste durch die Wärme. Hier ist aber eine Zweydeutigkeit: nicht die elastischen Dünste verschwinden, denn diese sind nie sichtbar; sondern die bläschenförmigen, welche aus sichtbaren unsichtbare werden, wenn die Zunahme der Wärme sie in elastische verwandelt. Das dritte Phänomen endlich, nämlich die plötzliche Erscheinung der Dünste durch die Kälte, ist das umgekehrte von jenen. Es liegt also in diesen dreyen Phänomenen nichts, was auf die Idee von einer Auflösung der Dünste durch die Luft leitete, weil man sie erklärt, wenn man nur die Ausdünstung des Wassers, von seinem Niederschlagen in Bläschen unterscheidet.

§. 550.

Ich sollte vermuthen, daß der Hauptgrund, der Herrn von Sauſſure verleitete, dieſe Hypotheſe anzunehmen, in folgendem bereits angeführten Satze liegt: „Wenn dieſer (elaſtiſche) Dunſt nicht völlig die zuſammendrückende Kraft der Luft überwältigen kann.“ Er wollte vielleicht einem Einwurfe vorbeugen, den man gegen einen unter uns gemeinſchaftlichen Grundſatz machte, welchen er in einer Abhandlung von Hrn. Nairne vom Jahre 1777. die er im §. 220. anführt, finden konnte. Die Bemerkung, welche dieſer Einwurf enthält, wurde von Herrn Cavendiſh gemacht, als Zeugen eines Verſuchs des Herrn Nairne, über das Manometer von Herrn Smeaton, verglichen mit dem gewöhnlichen Manometer in dem Recipienten einer Luftpumpe. Ich war gleichfalls ein Zeuge dieſes Verſuchs, und er war mir, ſo wie alle, welche Herr Nairne darauf anſtellte, von großem Nutzen. Die bloße Gegenwart von einem nicht ſehr trocknen Stücke Holz, zeigte durch das erſte Manometer an, daß die Luft in dem Recipienten auf $\frac{1}{800}$ reducirt war, da ſie es nach der Angabe des barometriſchen Manometers nur auf $\frac{1}{300}$ ſeyn ſollte. Bey Erklärung dieſes Phänomens, nimmt Herr Cavendiſh zum Grundſatz an: „daß, wenn der Druck der Luft auf einen gewiſſen Grad vermindert iſt, das Waſſer ſich in Dunſt verwandele; ſeine vorige Geſtalt aber wieder annehme, ſobald dieſer Druck wieder hergeſtellt ſey.“ Er entwickelte darauf dieſe erſte Hypotheſe, indem er die Veränderungen anzeigte, welche die Wärme, in dem Grade des Drucks, bey dem dieſer Dunſt ſich bilden könne, hervorbrächte; darauf ſetzt er hinzu: „Es iſt zwar wahr, daß das der freyen Luft ausgeſetzte Waſſer, bey jedem Grade der Wärme verdunſte, aber dieſe Verdunſtung rührt gänzlich von der Wirkung der Luft auf

das

das Wasser her, anstatt daß diejenige, von der die Rede ist, sich ohne Beyhülfe der Luft ereignet.“ Da jedes System der Ausdünstung die allgemeinen Phänomene dieser Klasse erklären muß, so führten ihre abgeleiteten Gesetze Herr Cavendish dahin, die Ursache des besondern Phänomens, das hier vorkam, zu entdecken: er begriff also, daß in dem Recipienten sich Dünste bildeten, welche auf das gewöhnliche Manometer wirkten; daß diese Dünste in das Manometer des Herrn Smeaton eingiengen, und daß, wenn man die Luft wieder einließe, ihr Druck sie hier zerstörte. Alle nachherige Versuche des Herrn Nairne bewiesen die Gründlichkeit dieser Erklärung: sie ist aber gänzlich von den Phänomenen der Ausdünstung in der Luft unabhängig, wie ich, nach den im ersten Theile festgestellten Grundsätzen, erklären will, wenn ich zuvor gezeigt habe, daß, wenn Herr von Saussure seine Hypothese von der Auflösung der Dünste durch die Luft mit Rücksicht auf die Bemerkung von Cavendish, entworfen hat, er dadurch sich nicht geholfen habe.

§. 551.

Der scheinbarste Einwurf gegen mein System von der Ausdünstung, den man mir geradezu zu Birmingham und Paris von sehr geschickten Physikern machte, war also von den Dünsten hergenommen, die sich im leeren Raume bildeten, und welche der Druck der Luft zerstört: und hieraus schloß man, daß dergleichen Dünste nicht in der Luft seyn könnten. Dieses Argument geht aber gegen eine jegliche Bildung der Dünste unter dem Druck der Atmosphäre, bey den gewöhnlichen Temperaturen der Luft. In den angeführten Beyspielen, nämlich bey den, in dem Manometer des Herrn Smeaton, so wie in dem leeren Raum des Barometers, gebildeten

Dünsten, erfolgt ihre gänzliche Zerstörung, sobald man den Druck der Atmosphäre wieder herstellt; und der Schluß gegen ihre Bildung in der Luft scheint also unmittelbar zu seyn. Wenn man nur zugäbe, daß solche Dünste sich unter dem Druck der Luft bilden können, sie durchdringen, sich mit ihr vermischen, wie Herr von Saussure annimmt; so wäre jeder Einwurf gehoben, und seine Hypothese wäre unnütz. Aber diesen ersten Schritt bestreitet man, und seine Hypothese erklärt ihn nicht.

§. 552.

Um also diesen Einwurf zu beantworten, müßte man die Bildung und Existenz dieser Dünste ungeachtet des Drucks der Luft, erklären, und ich habe es im §. 14. durch bloße Entwickelung meines Systems gethan. Die eingewandten Versuche haben keine Beziehung auf das, was in freyer Luft geschieht. Man zeigt hier in der That gänzlich zerstörte Dünste, wenn man den Druck der Atmosphäre auf sie wirken läßt; aber alsdann sind es die Dünste allein, welche diesen ganzen Druck aushalten, der durch die Dazwischenkunft einer Queckſilber-Säule ausgeübt wird, anstatt daß sie ihn in freyer Luft, nur gemeinschaftlich mit der, welcher sie beygemischt sind, erleiden. Da nun jeder Druck sie nur durch ein zu großes Nähern ihrer Theilchen zerstört, so fangen sie in freyer Luft nur alsdann an sich zu zerstören, wenn sie in diese zu große Nähe gekommen sind, welche ihr Maximum bestimmt. Dadurch begegnet man dem Einwurf.

§. 553.

Ich glaube also aus dieser Prüfung schließen zu können, daß dasjenige, was Herr von Saussure zu den uns gemeinschaftlichen Grundsätzen zugesetzt hat, wenigstens

ftens unnütz sey; indem diese Grundsätze allein alle Phänomene erklären. Ob er gleich oft diese zugesetzte Hypothese in seinem Werken anführt, so betrachtet er doch häufig die Dünste, als ob sie sich völlig unabhängig von der Luft in die Atmosphäre erhöben. So betrachtet er sie insbesondre in der Erklärung des Phänomens von Vermehrung der Trockenheit der Luft, oben auf den Bergen des Nachts. Die Dünste steigen, nach ihm, zu den obern Schichten von Sonnenaufgang bis 3 oder 4 Uhr Abends, und steigen sodann wieder herab. Ich kann also von einem unter uns gemeinschaftlichen Grundsatze ausgehen, nämlich von der Existenz der elastischen Dünste, die sich in der Atmosphäre durch ihre Leichtigkeit erheben; und aus diesem Gesichtspunkte will ich seine Erklärung des Phänomens prüfen.

§. 554.

Ich hatte 1772 diese Trockenheit der Luft bey Nacht oben auf den Gebirgen bemerket, und, wie ich oben sagte, in meiner Abhandlung 1773. derselben Ursache zugeschrieben, aus welcher sie Herr von Sauffure 10 Jahre hernach vorhersah. Ich verglich diese Beobachtung mit andern, die ich hernach in der Ebne machte, und nachdem ich den Unterschied, der sich hier schon bey Tage fand, angezeigt, setzte ich im §. 98. hinzu: „Der Unterschied aber, zwischen den auf den Gebirgen von Sixt gemachten Beobachtungen, und denen, wovon ich rede, war noch weit größer nach Sonnenuntergang. Den 30sten August beobachtete ich mein Hygrometer außerhalb der Hütte auf dem Gebirge um 10¼ Uhr Abends und es zeigte 123°; und in der Ebne den 13ten September darauf nur 31° um 9 Uhr und 24° um 10 Uhr. Bey beyden Beobachtungen herrschte Südwind, und die absolute Barometerhöhe war ohngefähr dieselbe. „Ich redete darauf von

dem Unterschiede der Wärme, welche 13°¾ auf dem Gebirge und nur 10° in der Ebne war; da aber derselbe in Vergleichung mit dem Unterschiede des Hygrometers nur sehr klein war, so setzte ich hinzu: „Ferner ist beständig um diese Stunde ein wesentlicher Unterschied zwischen den obern und untern Schichten der Atmosphäre, selbst dann wenn sie bey Tage in demselben Grade feucht wären. Denn die Dünste verdicken sich nach Sonnenuntergang, bringen Arten von Thau hervor, und müssen sich daher senken, und aus dieser Ursache allein häufiger werden in den untern als in den obern Theilen.“ Dies war die Erklärung, die ich damals von diesem Phänomen gab, welche der oben angeführten von Herrn Saussure durchaus ähnlich ist. Ich verließ sie aber in der Folge, da sie jeder Theorie über Ausdünstung entgegen ist. Dies will ich nunmehr zeigen, indem ich von dem System von elastischen Dünsten ausgehe, welche von der Luft unabhängig bleiben, und sich in ihr durch ihre geringere spezifische Schwere erheben.

§. 555.

In jedem Zustande der Dünste, selbst dann, wenn sie ihr Maximum erreicht und die äußerste Feuchtheit hervorbringen, sind sie spezifisch leichter, als die Luft, der sie beygemischt sind, wenigstens in der ganzen Höhe der Atmosphäre, wo ihre Phänomene können beobachtet werden. Nach einer unmittelbaren Folge nun, aus den allgemeinen Thatsachen dieser Dünste, worüber ich mit Herrn von Saussure einerley Meinung bin, können sie, sobald sie sich in die Luft erhoben haben, und so lange sie hier in einem unsichtbaren Zustande verbleiben, keine Art von Modifikation erleiden, die sie wieder herabsteigen ließe, ohne daß die Luft mit der sie vermischt sind, sie nicht erlitte und selbst niederstiege: insbesondre wirkt die

Ver-

Verminderung der Wärme in diesem Betracht nur auf sie, wie auf die Luft, und beyde Flüssigkeiten können in der Atmosphäre durch ihre Verdichtung nicht herabsteigen. Wenn die Wärme abnimmt, so senkt sich eine Luft-Schichte, sie sey rein oder mit Dünsten vermischt, nicht durch ihre eigne Verdichtung, die nur auf ihre Dicke wirkt, sondern durch die Verdichtung der untern Schichten. So daß die Dünste, welche bey Tage in einer gewissen Höhe sind, sich des Nachts mit der Luftschichte, die sie einschließt, ein wenig senken; ihre Stelle wird aber durch diejenigen ersetzt, welche sich ihrerseits hier mit der obern Luft senken: so daß diese kleine Bewegung der Dünste von oben herunter, wenn die Wärme in freyer Luft abnimmt, kein Theilchen davon der Ebne wiedergeben könnte. Nach unserm gemeinschaftlichen Grundsatze also können die elastischen Dünste, wenn sie einmal in die Atmosphäre durch ihre ausdehnende Kraft und ihre spezifische Leichtigkeit aufgestiegen sind, niemals wieder herabsteigen, so lange sie diesen Zustand behalten. Und wenn in dieser Rücksicht ein andrer Beweis, als der aus ihrem Wesen selbst entspringt, nöthig wäre; so würde ich die Versuche des Herrn von Saussure, über die comparativen Wirkungen der Wärme auf das Volumen reiner Luft, und auf das der mit Dünsten vermischten (Note zu seinem §. 113.) hinzusetzen; woraus er geschlossen hat, daß kein merklicher Unterschied zwischen den Ausdehnungen und Zusammenziehungen dieser beyden Luft-Arten Statt finde. Ich weiß nicht, ob dieser Schluß so strenge richtig ist; aber es folgt wenigstens aus diesen Versuchen, daß die einmal erhobenen Dünste, durch einen merklichen Ueberschuß von Verdichtung gegen die Luft verglichen, nicht herabsteigen können, so lange sie in dem Zustande eines ausdehnbaren Fluidums verbleiben.

§. 556.

Es giebt ohne Zweifel einen Fall, wo die Abnahme der Wärme einen Theil des Wassers, das sich in Dünsten erhoben hatte, zurückführen kann; aber dieser Fall selbst wird uns einen neuen Beweis verschaffen, daß die Vermehrung der Trockenheit auf hohen Gebirgen nach Sonnenuntergang, nicht von dem Niedersinken der Dünste zur Ebne herrühre. Wenn die Wärme in einer Luftschicht abnimmt, wo die Menge der elastischen Dünste dieselbe bleibt, so nimmt die Feuchtheit zu; d. h. die hygroskopischen Substanzen und insbesondre das Hygrometer, nehmen einen größern Theil von derselben in der Luft verbreiteten Menge Wassers an. Diese Wirkung nimmt zu, so wie die Wärme abnimmt, und das Hygrometer kann endlich zur äußersten Feuchtheit gelangen, ohne daß jedoch eine Verminderung in der Menge der Dünste Statt habe. Nimmt die Wärme über diese Gränze ab, so überschreiten die Dünste ihr Maximum, und alsdann bildet sich förmliches Wasser, es sey in Tröpfchen oder Bläschen. Das Hygrometer zeigt die Verminderung, die sodann in der absoluten Menge der Dünste seyn kann, nicht an: sobald es zur äußersten Feuchtheit gekommen ist, bleibt es hier stehen, obgleich die Präcipitation, welche durch Verminderung der Wärme fortdauert, dieser Schichte eine merkliche Menge von Dünsten, die sich hier ehe das Hygrometer das Maximum der Feuchtheit anzeigte, entreißen könnte. Dies Maximum muß aber erfolgen, ehe ein Theilchen von Dünsten könnte durch die Luft hindurch herabsteigen wollen; dies beweist gradezu, daß die Zunahme der auf hohen Gebirgen beobachteten Trockenheit bey Nacht, nicht von dem Fallen der Dünste auf die Ebne herrühre, weil sie das, der Präcipitation entgegengesetzte, Phänomen ist.

§. 557.

§. 557.

Ich muß jetzt anmerken, daß dieser Beweis nicht bloß an unsre gemeinschaftlichen Grundsätze gebunden ist, sondern sich sogar noch unmittelbarer aus der Hypothese von der Auflösung der Dünste durch die Luft ergiebt. Denn wegen der vorausgesetzten innigen Verbindung der Elemente der beyden Flüssigkeiten, können sie nicht ohne einander herabsteigen, so lange keine hinlängliche Vermindrung der Wärme da ist, um die Präcipitation von einem Theile Wassers hervorzubringen und vor dieser Präcipitation muß immer die äußerste Feuchtheit vorausgehen. Nun haben wir, wiederhole ich, im Gegentheil eine Zunahme der Trockenheit zu erklären.

§. 558.

Was die Zunahme der Feuchtheit unten in der Atmosphäre betrift, unterdessen die obern Schichten trockner zu werden scheinen, so hat dies Herr von Sauſsure im §. 87. nach seinem System von der Auflösung durch die Luft erklärt, ohne eines Sinkens der obern Dünste zu erwähnen; und dies Phänomen erklärt sich, aus einem unbestimmten Gesichtspunkt betrachtet, durch jede Hypothese von selbst. Ich werde also auch nach der meinigen sagen, daß die Feuchtheit bey Tage in den untern Luftschichten geringer seyn muß, obgleich durch diese alsdann eine grösre Menge Dünste streicht, weil die Wärme in der Luft sie hier von ihrem Maximum mehr entfernt hält. Bey Nacht hingegen nimmt hier die Feuchtheit zu, und es fällt endlich der Thau, weil, unterdessen die Wärme in der Luft merklich abgenommen hat, sie auf der Erde und in dem Wasser wenig vermindert ist. Durch die Abnahme der Wärme in der Luft nähern sich hier die Dünste ihrem Maximum, und durch die Dauer der Ausdünstung überschreiten sie dasselbe.

selbe. Inzwischen sind diese Phänomene nicht so einfach, wie sie zu seyn scheinen, und ich werde noch einmal darauf kommen.

§. 559.

Durch diese Dauer des Aufsteigens der Dünste, die ich sehr deutlich in meinen alten Versuchen mit dem Thau erkannt habe, erklärt sich ein Phänomen, das Herr von Saussure zum Beweise für seine Meinung anführt. „Vom Gipfel des Felsens (sagt er im §. 1126. seiner Alpen-Reise) sahen wir deutlich die Dünste sich allmählich nach Sonnenuntergange senken, und sich endlich in den Thälern verdichten. Dasselbe Phänomen habe ich immer beobachtet, wenn ich spät auf Bergen blieb, wo ich eine weite Ebne übersehen konnte.“ Man sieht die elastischen Dünste nicht, und ehe sie die sichtbare Gestalt von bläschenförmigen Dünsten annehmen, muß die äußerste Feuchtheit erfolgt seyn. Herr von Saussure bemerkte nun zu gleicher Zeit eine Vermehrung der Trockenheit: es kamen also diese sichtbaren Dünste nicht aus der Schichte, wo er sich damals befand. Ich habe auch auf den Gebirgen dasselbe Phänomen bemerkt, und man kann darüber in den Ebnen durch Verminderung der Durchsichtigkeit der Luft urtheilen, welche man wahrnimmt, wenn man am Ende schöner Tage gegen den Horizont sieht. Aber alsdann sinken die Dünste nicht; dies Phänomen rührt von derselben Ursache her, wie die Nebel im Herbst; es ist sogar im nördlichen Europa vom Monath August an, über dem Meere und in feuchten Gegenden ein wirklicher Nebel. Ich habe ihn oft in Holland und in einigen Gegenden von England, über den Wiesen wo ich war, sich bilden gesehen. Waren Thiere in ihm, so sahe ich sie anfangs nur bis auf die Hälfte der Beine und allmählich versanken sie immer

mehr darinn, und endlich sahe ich nur die Köpfe, welche sich bald über die Schichte erhoben, bald darinn zurücksanken. Die Seenebel bleiben zuweilen auf diesem Punkte stehen und senken sich hernach allmählich. Ohne Zweifel geschieht dies, wenn die Oberfläche des Bodens durch die Ausdünstung erkaltet, aufhört, Dünste in eben so großem Ueberflusse hervorzubringen. Zuweilen erhebt sich auch dieser Nebel hinlänglich, daß man, ohne auf eine Anhöhe zu steigen, nichts entferntes wahrnehmen kann; und erhält sich so bis tief in die Nacht; aber er zerstreuet sich gewöhnlich vor Zurückkunft der Sonne durch die Erkaltung des Erdbodens. Auf meiner letzten Reise nach Deutschland habe ich zweymal diesen Nebel auf gewissen Stellen von großen Aengern entstehen gesehen: dies beweist deutlich, daß er nicht vom Niederfallen der obern Dünste herrühre, weil er alsdann nicht partial, sondern allgemein gewesen wäre.

§. 560.

Dies sind die Gründe, weswegen ich schon lange die erste Idee über die Ursache der nächtlichen Trockenheit der Luft auf den Gebirgen, unterdeß sie neben den Ebnen feucht wird, fahren ließ. Ich habe keinen Grund zu glauben, daß Herr von Saussure nach mir dieselbe Idee in seinen Versuchen über die Hygrometrie vorgetragen, denn es scheint nicht, daß er meine Abhandlung von 1773. gekannt habe: wenigstens erwähnt er derselben in seinem Werke nicht, und der §. 268. schien es gradezu zu beweisen, daß er sie entweder nicht kannte, oder vergessen hatte. „Man hat wie ich glaube, sagt er, keine Folge von direkten Beobachtungen, die uns einiges Licht über die Menge der in unsrer Atmosphäre in verschiedenen Höhen enthaltenen Dünste, geben könnte: denn ehe ich mein Haar-Hygrometer auf die Alpen brachte, (1781)

hatte

hatte man noch kein andres vergleichbares Hygrometer dahin gebracht, das empfindlich genug wäre, sich völlig mit der Luft, während des kurzen Aufenthalts den man gewöhnlich in diesen hohen Einöden macht, ins Gleichgewicht zu setzen: und hätte man auch dergleichen hingebracht, so würden, da man weder die absolute Menge des Wassers, welche die verschiedenen Grade dieser Hygrometer anzeigen, noch den Einfluß der Kälte und Wärme auf die auflösende Kraft der Luft kannte, diese Versuche nur ungewisse Kenntnisse verschaft haben." Es sind in diesem Paragraph einige Distinktionen, nach denen meine Beobachtungen in die Anzahl derer, von denen Herr von Saussure glaubt, daß sie nur sehr ungewisse Kenntnisse verschaffen können, gerechnet werden könnten; dem sey aber wie ihm wolle, so will ich die Art von Kenntniß, die sie mir für die Meteorologie zu verbreiten geschienen, ehe sich Herr von Saussure mit diesem Gegenstande beschäftigte, anzeigen.

§. 561.

Wir wollen also auf die Gebirge von Sixt zurückkehren, um mit einem Blick alle Beobachtungen, die ich in meiner Abhandlung von 1773. bekannt machte, zu übersehen. Unterdessen wir auf dem Bunt die auffallendsten Zeichen von Tröckenheit wahrnahmen, und besonders das Hygrometer, wiewohl nur bey einer Temperatur von $+6°$, nur $33°5$, d. i. $66,°5$ von der äußersten Trockenheit zeigte; hießen uns dicke Wolken, die sich um uns bildeten, auf unsre Rückkehr denken. Bald darauf war der ganze Gipfel ganz darein gehüllt, sie dehnten sich aus und bedeckten den ganzen Horizont: eine Nacht überraschte uns auf einem sehr gefährlichen Wege, und wir standen hier durch die Heftigkeit eines Sturmwindes, Regens, Hagels und Donners eines

der

der stärksten Gewitter aus, das ich je erfahren habe. Dieses Gewitter dauerte einen großen Theil der Nacht; es herrschte auf allen benachbarten Gebirgen, und auf der Ebne, und da es aufhörte, dauerte der Regen, nur mit einigen Zwischenräumen, bis den folgenden Mittag fort. In einem solchen Zwischenraume, noch ehe ich Enternes verließ, beobachtete ich das Hygrometer außerhalb unserer Hütte, es zeigte nicht mehr Dünste in der Luft an, als am Morgen des vorigen Tages; denn ob es gleich 1°6 Zunahme in der Feuchtheit angab, so war doch die Veränderung in der Temperatur, welche um 2° kälter war, hinlänglich jenes hervorzubringen. Inzwischen wälzten sich die Wolken aufs neue um uns herum, und der Regen, welcher bald anfieng, begleitete uns bis Sixt. Als wir unten am Berge waren, sahen wir die Wolken sich gänzlich zerstreuen. Ich beobachtete das Hygrometer von neuem in freyer Luft, und obgleich die Wärme in der Sonne nur + 14° und der Boden ganz mit Wasser getränkt war, stand das Hygrometer doch 1°7 näher zum Trocknen, als es zwey Tage zuvor war, nach einer Folge von schönen Tagen; und bey einer Temperatur von + 24°.

§. 562.

Ich habe in meinen Briefen über einige Gegenden der Schweiz und über das Klima von Pieres *), die

*) Diese Briefe sollten anfangs der erste Theil meiner physischen und moralischen Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen seyn; ihre Absicht war, Geschmack für die Geologie zu erwecken, durch einen Blick auf die Phänomene der Oberfläche der Erde und durch die Reize dieses Studiums: da ich aber hernach lieber die Wichtigkeit davon zeigen wollte, so wählte ich statt jenen einen andern ersten Theil und gab diese Art von Frontispice unter dem im Texte angezeigten Titel besonders heraus.

die Umstände dieses Tages genauer beschrieben, der aus mehrern Gründen tief in mein Gedächtniß geprägt ist, vorzüglich weil er mir die größte Verwirrung über alles was die Meteorologie betrift, verbreitete. Obgleich ich von der gewöhnlichen Meinung über die Ursache der Ausdünstung abwich; so hatte ich doch bis dahin nicht gezweifelt, daß der Regen das unmittelbar umgekehrte Phänomen sey. Aber wo war dies Wasser, wo waren alle Bestandtheile des Gewitters, da mein Hygrometer so viel Trockenheit, sogar in der Schichte, wo es entstand, anzeigte? Dies verdunkelte allmählich vor meinen Augen die ganze Meteorologie. Ich entwarf Hypothesen auf Hypothesen, um die Thatsachen mit der Hygrologie zu reimen, aber immer vergebens. Während dieser Arbeit meiner Phantasie, durchlief sie im Gedanken alle Fälle von Regen, die ich auf den Gebirgen beobachtet hatte, wobey mein Gedächtniß mir die Umstände herbeyschafte: es vergiengen wenige Tage, daß ich nicht in Gedanken auf die Gebirge von Sixt zurückkehrte, und niemals zeigten die Wolken Regen an, daß ich nicht alle Umstände ihrer Vergrößerung oder ihres Verschwindens beobachtete. Allmählich haben diese Phänomene allein mir alles bestätiget, was die auf den Gebirgen von Sixt beobachteten, mich einsehen zu lassen anfiengen. Der Regen ist nicht das unmittelbare Umgekehrte von der Ausdünstung: dies ist der allgemeine Schluß, worauf mich diese Prüfung leitete. Wenn also die Hygrologie zum Wegweiser bey Untersuchung der Ursachen des Regens dienen kann, so geschieht es, weil sie, durch Unterstützung und Bestimmung dieses Satzes, uns nöthigt, diese Ursachen außerhalb ihrer eignen Gesetze aufzusuchen.

Dritter Abschnitt.

Grundsätze der Hygrologie in Beziehung auf die Phänomene des Regens.

§. 563.

Wenn der Regen sich aus dem unmittelbaren Produkte der Ausdünstung bildet, so muß man ihn durch die bloßen Gesetze der Hygrologie erklären können; denn diese Gesetze enthalten alles, was von der Ausdünstung selbst, von ihrer unmittelbaren Wirkung, der Feuchtheit, und von dem Niederschlage des ausgedünsteten Wassers, welches das Umgekehrte von dem ersten Phänomen ist, abhängt. Wenn die Ausdünstung Wasser mit der Luft vermischt hat, so kenne ich nur zwo Ursachen, die es davon trennen könnten; entweder hygroskopische Substanzen, welche trockner sind, als diese Luftmasse, oder eine Verminderung der Wärme, welche im Stande ist, das Wasser niederzuschlagen: und da die erste dieser Ursachen immer nur lokal ist, und also auf unsre Betrachtungen dessen, was in der Atmosphäre sich ereignet, keinen Einfluß hat, so haben wir hier zur einzigen Ursache vom Niederschlage des bloß ausgedünsteten Wassers, eine hinreichende Abnahme der Wärme.

§. 564.

Einige Physiker haben geglaubt, daß die Luft, indem sie sich verdünnt, einen Theil des Wassers, das sie, wie sie sagen, aufgelöst hält, fahren lasse. Es haben aber die Herren Wilke und von Saussure durch Versuche bewiesen, daß die Verdünnung der Luft die entgegengesetzte Wirkung hervorbringt, d. h. eine Vermehrung der Trockenheit. Es kann ohne Zweifel in einem eingeschränkten Raume (wie ein Recipient ist) wo die Feuchtheit

heit sich nahe an ihrem Maximum befindet, wenn hier ein Theil Wasser ist, welches neue Dünste bilden kann, ein Niederschlag in dem Augenblicke, da man die Luft verdünnt, erfolgen; weil in diesem Augenblicke die Wärme abnimmt, wie Herr von Saussure gleichfalls dargethan hat. Alsdann giebt also das gebildete Wasser neue Dünste in Verhältniß mit seiner Temperatur, woraus sogleich ein Phänomen entspringt, welches den Nebeln ähnlich ist, wovon ich oben (§. 559.) geredet habe. Es geschieht also niemals ein Niederschlag des Wassers durch Verdünnung der Luft, als wenn sie mit Abnahme der Wärme begleitet ist. Die Ursache davon ist nach jedem System deutlich: man sieht sie in dem meinigen, wo das Feuer das einzige Auflösungsmittel des Wassers ist, unmittelbar; und sie erhellt eben so gut in dem, von Auflösung des Wassers durch die Luft: denn ein ausgedehntes Menstruum hält dadurch, statt die aufgelöste Substanz fahren zu lassen, sie nur um so fester. Ueberdieß würde diese Hypothese die Schwierigkeit nur weiter wegsetzen, weil man der Verdünnung der Luft eine Ursache zuschreiben müßte. Man könnte sie keiner Zunahme in der Wärme beymessen; denn eine größre Wärme ist eine Ursache einer größern Ausdünstung: und dennoch könnte ich keine andere Ursache finden, woraus die Verdünnung der Luft in der Atmosphäre entspringen kann.

§. 565.

Wenn also der Regen aus dem unmittelbaren Produkt der Ausdünstung gebildet wäre, so müßte eine Abnahme der Wärme in der Luftschichte, wo er entsteht, ihm jederzeit vorhergehen und ihn begleiten, und diese Abnahme müßte um so größer seyn, als die Feuchtheit anfangs von ihrer äußersten Gränze in dieser

Schichte

Schichte entfernt gewrfen wäre. Diese Betrachtung verwirrte mich immer, wenn ich über die Phänomene, die ich auf den Gebirgen von Sixt beobachtet hatte, nachdachte. Wir hatten während des Vorfalls zu große Gefahr ausgestanden, als daß wir an eine Beobachtung denken konnten, da wir die Hütten wieder erreicht hatten; ich erinnere mich aber sehr gut, daß im Augenblick des Gewitters, die Wärme mehr zu- als abgenommen hatte. Es war also unmöglich, daß diese Menge Wasser, die sich damals aus der Luft niederschlug, hier zuvor in Gestalt des unmittelbaren Produkts der Ausdünstung enthalten seyn konnte.

§. 566.

Obgleich aber nach diesem Phänomen meine Meinung über den Regen ihren Ursprung genommen, so geschah dies nur, weil ich dadurch geleitet bin, über viele andre nachzudenken, die sie bestimmt haben. So findet z. B. der Regen eben so oft bey Tage Statt, d. h wenn, nach dem gewöhnlichen Laufe der Ursachen, die Wärme in der Atmosphäre zunehmen muß, als des Nachts, wo hingegen die Wärme abnehmen muß. Dieses Phänomen, das zu gewöhnlich ist, als daß man es in Zweifel ziehen könnte, verlangte allein, daß man eine Ursache von Veränderung in der Wärme, welche ihrem natürlichen Laufe zugegen ist, angäbe. Denn bloß anzunehmen, daß die Wärme bey Tage abnehmen kann, ohne die Ursache anzuzeigen, heist nur die Schwierigkeit weiter verschieben. Ich gehe sogar weiter, denn ich glaube, daß dies nicht die Bildung des Regens erklären hieße, weil die Abnahme der Wärme vom Tage zur Nacht ihn nicht hervorbringt. Es sind aber ferner gewisse Phänomene vor Abnahme der Wärme bey Tage, die ohne Regen zu erzeugen wirklich Statt haben, nicht weniger

dunkel, als dies letzte Phänomen. Man schreibt gewöhnlich die Veränderungen in der Wärme gegen ihren natürlichen Gang, den Veränderungen der Winde zu, und man glaubt hier auch eine Ursache vom Niederschlage des Wassers zu finden. Herr von Saussure, welcher diese Meinung angenommen, hat sie durch viele sehr natürliche Verbindungen entwickelt, und es war auch ehemals die meinige: da ich sie aber näher prüfte, fand ich sehr starke Einwürfe dagegen, welche ich jetzt vortragen will.

§. 567.

Um bey dieser Betrachtung die weniger wesentlichen Weitläuftigkeiten zu vermeiden, dergleichen sie nothwendig viel enthält, will ich mich weder in die Untersuchungen, welche die bloße Verschiedenheit der Phänomene des Regens, wenn man sie mit der Wärme vergleicht, noch in die Prüfung der verschiedenen Arten, wie Herr von Saussure diese Veränderungen mit andern Ursachen verbindet, einlassen; sondern sofort die, den Wirkungen von Erkältung der Luft, günstigsten Umstände voraussetzen. Wenn es bey einem Südwinde regnet, so nimmt man ziemlich natürlich an, daß dieser Wind, da er aus heißeren Grgenden kömmt, mit einer größern Menge Wasser beladen sey, und daß, wenn er unsre kältere Luft antrift, ein Theil des Wassers sich präcipitiren muß. Regnet es bey einem Nordwinde; so denkt man, daß dieser Wind, welcher kälter ist, als unsere Luft, dieselbe Wirkung auf sie hervorbringe. Ich will also diese Fälle annehmen, und um sie so günstig zu machen, als es für die Hypothese möglich ist, noch auf einen Augenblick zugeben, daß diese beyden Luftarten, welche sich antreffen, wovon die eine in Ruhe, die andre in Bewegung ist, mit dem unmittelbaren Produkte der Ausdünstung gesättiget seyen.

§. 568.

§. 568.

Die Menge des ausgedünsteten Wassers, welche Sättigung, d. h. das Maximum in der Feuchtheit, in der Luft hervorbringt, wechselt nach den Temperaturen ab, und nimmt mit der Wärme ab und zu. Wenn also zwey gesättigte Luftarten verschiedene Temperaturen haben, so enthält die kältere Luft verhältnißmäßig weniger ausgedünstetes Wasser, als die wärmere. Wenn also diese beyden Luftarten zusammenstoßen, so wird die erste ohne Zweifel die letzte erkälten, und es schien anfangs, als ob dadurch in dieser ein Niederschlag des Wassers bewirkt würde. Indem sie aber jene erkältet, wird sie wärmer, hört dadurch auf saturirt zu seyn, und wird das Wasser, was für die andre Luft überflüssig würde, aufnehmen können. Ich nehme hier auf einen Augenblick an, daß die erste Luft, indem sie die von der letzten verlassene Wärme annimmt, alles Wasser, was diese zu halten nicht mehr im Stande seyn wird, aufnehmen könne: daraus wird folgen, daß, so wie das Gleichgewicht in der Temperatur sich zwischen den beyden Luftarten herstellen wird, sich auch das Gleichgewicht in der Feuchtheit herzustellen suchen werde. Es könnte ohne Zweifel erfolgen, daß im Anfange ihrer Vermischung sich ein Nebel in der Luft, welche Wärme verlieren wird, bilden werde, weil die Dünste sich nicht so schnell, als das Feuer in der Luftart, die sie aufnehmen wird, verbreiten werden; diese Wirkung wird aber von keiner Dauer seyn: denn dieser Nebel wird sich, selbst bey der Berührung dieser Luft, welche neue Wärme erlangen wird, bilden, und ohne Aufhören hier zu verdünsten suchen.

§. 569.

Ich muß einen zweyten Fall prüfen, den ich sogar für sehr häufig halte; wenn nämlich ein Südwind, bey

dem es regnet, die ganze Höhe der Atmosphäre einnimmt. Man könnte also sodann annehmen (wiewohl dies auch eine willkührliche Annahme wäre), daß diese Luft von der heißen Zone, in ihrer ganzen Höhe mit Wasser gesättigt, herkömmt, und da sie ohne Zweifel auf ihrem Wege einen Theil des Wassers verlieren müßte, so scheint dies eine Ursache des Regens seyn zu müssen. Dieser Verlust aber, welcher nothwendig stufenweise geschieht, könnte keinesweges Regen erzeugen. Ich will hier nicht einmal den Unterschied der Jahrszeiten in Betrachtung ziehen, ob er gleich einen großen Einfluß auf die Phänomene haben müßte, den wir jedoch nicht bemerken, weil der Regen bey diesem Winde oft mitten im Sommer häufig und anhaltend ist, wo die Verändrung im Klima nur geringen Einfluß auf seine Temperatur haben kann. Welche Verändrung aber auch die Wärme dieser Luft zu irgend einer Jahrszeit erleide, so wird sie doch nur allmählich und sprungweise Statt haben, wegen der Abwechslungen des Tages und der Nacht. Nach Sonnenuntergange würde diese Luft häufigen Thau geben; aber dadurch würde ihre Sättigung bey Tage weiter zurückgesetzt seyn; so daß, wenn sie zu uns käme, sie in unsrer Breite nur das, was sie auf ihrem Wege hervorgebracht hat, wiederholte. Ich glaube aber nicht, daß man denken sollte, sie hätte aus der heißen Zone genung Wasser mitgenommen, um von hier bis zum Norden Regen hervorzubringen.

§. 570.

Man könnte auch annehmen, daß die Ausdünstung der Erde und des Wassers, sich mit der schon, in der aus Süden kommenden Luft, vorhandenen Sättigung verbände und einen Ueberschuß machte, der als Regen herabfallen müßte. Hiebey will ich zuerst anmerken, daß

diese

diese Annahme zu dem System von der Auflösung des Wassers durch die Luft nicht gehören könnte, weil eine saturirte Luft nicht mehr auflösen kann, und also keine Ausdünstung weiter Statt fände. Man könnte mir aber diesen Fall als einen Beweis *ad hominem* vorwerfen, und ich muß also darauf antworten. Ich gebe ohne Bedenken zu, daß in der feuchtesten Luft die Ausdünstung fortgehe, (wo sie alsdann eine Art von Destillation erzeugt) weil sie zur Ursache nur die stete Wirkung des Feuers auf das Wasser hat. Es würde aber daraus nur ein Nebel, wie der oben (§. 559.) beschriebene, erfolgen, welcher durch die Zugabe von neuen Dünsten zu einer, durch die Kälte der Nacht, auf die äußerste Feuchtheit gebrachten Luft, entstanden wäre. Ein solcher Nebel nun, bringt bey seiner größten Stärke, niemals Regen hervor: er bleibt immer neben der Erde, wo er nur kleine fast unmerkliche Tropfen absetzt, die sich in seiner ganzen Masse bilden, und welche ich oft auf meiner Hand unter einem Regenschirm verspürt habe. Auf diese Art bilden sich aber die dunklen Massen dicker Wolken nicht, welche hoch in der Luft sich von einander abgesondert über einander hinwälzen, und einen anhaltenden oder Platzregen verbreiten, unterdessen unter ihnen, wie es sich oft ereignet, das Hygrometer in freyer Luft, gegen den Regen gesichert, nicht die äußerste Feuchtheit anzeigt, und sogar oft, so lange es regnet, zur Trockenheit hinsteigt.

§. 571.

Wir haben also, durch Zusammenhäufung aller für die Hypothese günstigen Umstände, keinen wahren Regen, und dennoch widerspricht die Annahme einer aus der heißen Zone mit Wasser gesättigten und in diesem Zustande in unsre Breite kommenden Luft, den Phänomenen durch-

aus. Man erinnere sich, daß an dem Tage meiner Beobachtungen auf den Gebirgen von Sirt, Südwind, und es auf der Ebne sehr heiß war, weil das Thermometer im Schatten + 23° ½ zeigte; daß das Hygrometer hier an 53° von der äußersten Feuchtheit entfernt war, daß auf dem Bunt in dem heißesten Augenblicke des Tages und in der Sonne, derselbe Wind das Thermometer nur auf + 6° brachte; daß das Hygrometer hier dennoch 60° 5 von der äußersten Feuchtheit abstand; und daß endlich, ohne merkliche Veränderungen dieser Umstände ein Platzregen kam, der an 18 Stunden dauerte. Eine einzige ähnliche Thatsache ist hinreichend, um auf die Phänomene des Regens aufmerksam zu machen, und ich wage es zu sagen, daß man nur darauf aufmerksam zu seyn braucht, um einzusehen, daß er durch die bloßen Gesetze der Hygrologie nicht könne erklärt werden.

§. 572.

Wir wollen ferner zugeben, daß die aus Süden kommende Luft, von der angenommen ist, daß sie mit Dünsten bis zum Maximum überhäuft sey, eine gleichfalls in Bewegung seyende aus Norden kommende, antreffe, und daß sie über oder unter diesem kältern Strom hinstreiche. Ich glaube, daß in diesem Falle sich etwas Regen, in irgend einem Theile dieser über einander nach entgegengesetzter Richtung streichenden Ströme, bilden könne. Im ersten Augenbick, da sie über einander fahren werden, wird sich in der südlichen Luft ein Nebel bilden; und da dieser eine Zeitlang eine kältere Luft antreffen wird, deren Erneuerung um so schneller geschieht, weil sie sich nach entgegenstehender Richtung bewegt, so werden diese Nebel oder Wolken endlich Wasser herabtröpfeln; weil die Dünste sich nicht so schnell als das Feuer, derjenigen Luft, welche Wärme erlangen wird,

mit=

mittheilen können. Diese Luft aber wird sich allmählich erwärmen, und also aufhören dieselbe Wirkung jenseits einem gewissen Raume hervorzubringen, und der allmählich erkaltete Südstrom, welcher, durch Mittheilung an die andre Luft, oder durch etwas Regen, die kleine Menge Wasser, die er in seinem neuen Zustande nicht halten konnte, verloren hat, wird nun, indem er über den nordlichen Strom fortstreicht, nichts mehr verlieren. Dieser Fall kömmt also fast mit dem überein, den ich zuerst prüfte, wo es gleichfalls auf das Zusammenstoßen zweyer Luftarten von verschiedener Temperatur ankam. Da aber die besondern Thatsachen dazu dienen, die Aufmerksamkeit auf die allgemeinen Theorieen zu heften, so will ich jetzt einen Fall vortragen, den mir mein Bruder umständlich erzählt hat.

§. 573.

„Am ersten December vorigen Jahrs, (schreibt er mir in einem Briefe vom 20sten Januar 1784.) da das Barometer 27″ $3\frac{3}{4}$‴ zeigte, fiel den ganzen Nachmittag ein kleiner Regen, welcher gegen Abend ziemlich stark wurde. Die Luft war still, und über einer niedrigen Schichte von Wolken bemerkte man eine weit höhere. Die Höhe des Barometers ließ mich vermuthen, daß dieser Regen nur lokal sey, und von der höhern Schichte herrühre, welche sich wahrscheinlich nicht weit erstreckte. Da das Barometer bis zum 4ten nur um 2 bis 3 Linien gefallen, und die beyden Wolkenschichten noch vorhanden waren; so schlug ich deinem Vetter vor, auf Saleve zu gehen, um sie zu untersuchen, und wir thaten es. Wir gelangten in die untere Schichte bey *Pas-de-l'Echelle*, (etwa 700′ über der Ebne) und verließen sie etwa in der Höhe von *Petit-Saleve* (ohngefähr 700′ höher). Anstatt nun einen heitern Himmel zu entdecken,

wie es oft geschieht, wenn man durch die untern Wolkenschichten kömmt, sahen wir jetzt die obre Schichte weit dicker, wovon die untern Gipfel der Alpen allein befreyet waren. Im Süden und Westen schien es zu regnen, wir hatten sogar etwas Regen, so wie zu gleicher Zeit auf der Ebne. Dieser Regen kam also aus der obern Schichte; der erste Umstand den man merken muß. Im Norden und Osten war die Luft vollkommen heiter; die obre Wolkenschichte erstreckte sich nicht über 8 bis 10 Meilen (lieues) auf dieser Seite: und unterdessen auf der entgegengesetzten Seite alles trübe war, sahen wir hier schönen Sonnenschein die Gipfel des Jura und der Alpen vergolden, welches den herrlichsten Contrast machte. Die obre Schichte wurde durch einen kleinen Süd-West-Wind fortgetrieben; inzwischen kam sie gegen Nord-Ost nicht weiter fort. Die untre Schichte, welche die ganze Ebne bedeckte, bewegte sich durch einen Nordwind, und die Temperatur war merklich wärmer über dieser Schichte, als darunter: dieser Umstände erwähne ich wegen eines Phänomens, das wir zu Genf den 31sten desselben Monaths beobachteten. An diesem Tage stand das Barometer 26″ 8‴ das Thermometer $3\frac{1}{2}°$ und es fiel fast beständig ein kleiner gefrorner Regen. Es waren kleine Eiskörner, nicht wie Schloßen, die in der Mitte einen Schneekern haben, sondern vollkommen durchsichtig. Dieser Regen fiel aus einer obern Wolkenschichte, die denen in den vorigen Beobachtungen ähnlich, und ohne Zweifel auch wärmer war, als eine tiefere Schichte und als die untre Luft, wo die Regentropfen bey ihrem Falle gefroren. Ohne Zweifel rührte es von dieser wärmern Schichte her, daß das Thermometer auf der Ebne nur $-3\frac{1}{2}°$ stand, sowohl an diesem als dem vorigen Tage, da es zu Paris — 14° zeigte, wo aber der Himmel heiter war. Am folgenden Tage zerstreute sich die untre Schichte und zugleich hatten wir Thauwetter.“

§. 574.

§. 574.

Aus diesen Phänomenen ziehe ich folgende Betrachtungen: 1) Es ist gewiß, daß bey einer Barometerhöhe zu Genf, wie am ersten Tage dieser Beobachtungen, der Regen eine außerordentliche Erscheinung ist, und daß man alsdann bey ihm keine große Erstreckung voraussetzen kann. Mein Bruder, welcher seit vielen Jahren meteorologische Beobachtungen täglich anstellt, war besonders auf diesen Umstand aufmerksam; indem er immer sorgfältig die außerordentlichen oder seltnen Fälle zu Genf, mit dem, was an andern Orten zu gleicher Zeit geschieht, vergleicht. Es war also der Regen an diesem Tage ein außerordentlicher Fall, so wie derjenige, welcher von Zeit zu Zeit während der Dauer der beyden Schichten fiel. 2) Ob wir gleich bey diesen Beobachtungen zwey beständige Luftströme sahen, die von Süden nach Norden und von Norden nach Süden giengen und einander streiften; so beweist doch nichts, daß jener Regen hiervon eine unmittelbare Folge war. Man kann mit einiger Gewißheit diesem Umstande nur die untre Wolkenschichte zuschreiben, die sich an den Gränzen der verschiedentlich warmen Luftschichten befand; und dennoch war es nicht diese Schichte, welche zuweilen Regen hervorbrachte. Was die obre Schichte betrift, aus welcher diese kleinen Regen herrührten, so sieht man hier keine Ursache von Verdichtung der Dünste; denn die vertikale Distanz der beyden Schichten (von denen die niedrigste sich 13 oder 1400 Fuß über der Ebne endigte, und die obre unter den Gipfeln der Alpen anfieng) mußte ohngefähr 6000′ seyn, und in diesem Zwischenraume war die Luft viel wärmer, als unter der untern Schichte. Es war also nicht die geringere Wärme des nördlichen Stroms, welche Wolken in der Höhe des südlichen hervorbrachte. 3) Wenn man auch annähme, daß der südliche Strom,

den nördlichen in zwey Stücke theilte, und so dazwischen durchstriche, (welches ohne Zweifel möglich ist, aber nur sehr selten geschehen kann); so würde man aus diesem Beyspiel sehen, daß das allgemeine Phänomen des Regens durch Erkaltung nicht könnte erklärt werden; denn in diesem für die Hypothese so günstigen Falle, fiel der Regen nur in kleinen Absätzen, obgleich dieselben sichtbaren Umstände fortdauerten. 4) Selbst bey dieser Voraussetzung würde man sogar sehen, daß die Wolken in dem südlichen Luftstrome aufhörten, wenn er endlich die Temperatur des nördlichen angenommen hätte. Und dieser Umstand würde die Kälte zu Paris am 30sten erklären, die sich nicht bis Genf erstreckte. Nachdem der nördliche Strom Wärme erhalten hatte, war er zu Genf nicht mehr so kalt, und der südliche nach dem Verluste nicht mehr so warm zu Paris. 5) Dieser Fall endlich ist der einzige, dessen ich mich erinnere, wo einiger Regen mit etwas Wahrscheinlichkeit dem Erkalten einer Luftschichte könnte beygemessen werden. Ist es aber zu vermuthen, daß, wenn der Regen von einer, ihrer Natur nach, so merklichen Ursache wie dieser herrührte, die Fälle, wo man ihre Wirkung verspürte, so selten wären, und daß der Regen noch ein so dunkles Phänomen wäre, obgleich die Bewohner von hohen Bergen, welche gute Beobachter auffallender Umstände sind, und die Physiker, welche diese hohen Gegenden besuchen, sich so häufig in den Regenwolken befinden?

§. 575.

Man wird vielleicht gegen die aus dieser Prüfung gezogenen Schlüsse einwenden, daß ein Grundsatz dabey nicht erwiesen sey, nämlich: daß, wenn zwey Luftmassen von verschiedener Temperatur, und beyde mit Dünsten bis zum Maximum überladen, einander begegnen, die

totale

totale Masse auf eine mittlere Temperatur reducirt, die Dünste auch nur im Maximum besäße; und ich will sogar gestehen, daß ich dies ohne direkten Beweis vorausgesetzt habe. Ich will aber darthun, daß die Ungewißheit, welche daraus entspringt und durch Versuche oder Beobachtung schwer zu heben ist, von keiner Bedeutung in Rücksicht der Ursachen des Regens sey, wegen des gewissen Fehlers einer andern Hypothese, die ich zu gleicher Zeit angenommen hatte, nämlich; daß die Luftströme von verschiedenen Temperaturen, die sich in der Atmosphäre antreffen, mit Wasser gesättiget seyn könnten. Ich will also jetzt diese letzte Hypothese prüfen und zeigen, daß sie zu weit von dem, was uns die Thatsachen lehren, entfernt sey, als daß die Ungewißheit der andern Hypothese etwas in der Gründlichkeit der obigen Schlußfolgen verändere.

§. 576.

Ich will mit dem anfangen, was uns in diesem Betracht die allgemeinen Gesetze der Hygrologie vorschreiben. Man hat aus meinem Versuchen über die comparativen Gänge des Saussurischen und meines Hygrometers unter der feuchten Glocke, gesehen, daß die bloße Ausdünstung nur etwa beym Gefrieren die äußerste Feuchtheit in der Luft hervorbringen kann; und daß mit der Wärme auch die Trockenheit zunimmt, ohne daß eine fremde Ursache weder das Wasser verhindre Dünste in der Luft zu verbreiten, noch diese, soviel sie halten kann davon aufzunehmen. Diese Zunahme der Trockenheit geschieht sogar ziemlich schnell: denn ich sahe, daß mein Hygrometer unter der Glocke, 12° von der äußersten Feuchtheit bey einer Temperatur von etwa + 16° stand, obgleich die Wände dieser Glocke beständig befeuchtet wurden. (§. 74.) Die Menge der Dünste beym Maxi-

mum

mum nimmt also ohne Zweifel in der Luft zu, wie sich hier die Wärme vermehrt; aber dies Maximum bleibt auch immer mehr und mehr von der äußersten Feuchtheit entfernt, und ich habe darüber zum Beweise angeführt (§. 48.), „daß Herr Watt bey seiner langen Erfahrung über die Feuermaschinen gefunden habe, daß man zu keinem ihrer Theile, wo sich die Dämpfe erhalten, wie z. B. zum Stämpel, Holz gebrauchen könne, weil es hier wie am Feuer eintrocknen würde.“ Herr Watt hat mir dies Faktum, so wie seine Meinung über die Trockenheit der Dämpfe des siedenden Wassers, so lange sie ihre Durchsichtigkeit behalten, bestätiget; mich aber eines Versehens überwiesen, daß ich den Stämpel zum Beyspiele genommen habe, weil dieser Theil der Maschine nicht immer mit trocknem Dampfe umgeben ist, und das Holz hier vorzüglich durch Zersetzung sich zerstört. Ich werde ein andres merkwürdiges Beyspiel von der Trockenheit der Dämpfe des kochenden Wassers geben, indem ich von den großen Wirkungen einer vom Herrn Klipstein zu Darmstadt erfundenen Aeolipile, die er mit großem Vortheil als Blasebalg bey einem kleinen Ofen gebraucht, künftig Nachricht mittheile.

§. 577.

Es folgt also aus allen diesen Thatsachen zusammengenommen, ein wesentliches Gesetz in der Hygrologie, nämlich: „daß die Feuchtheit nur alsdann, in einer bloß mit durchsichtigen Dünsten vermischten Luft, ihr Maximum erreicht, wenn es sehr nahe beym Gefrieren ist, und daß über diese Gränze hinaus, die äußerste Feuchtheit, eine nothwendige Vorläuferin vor dem Niederschlage des Wassers, sich freywillig immer mehr und mehr entfernt.“ Wenn daher zwey Luftmassen von verschiedenen Temperaturen, welche beyde Dünste beym

Maxi=

Maximum enthalten, sich vermischen, und die mittlere Temperatur über dem Gefrieren ist, so könnte die äußerste Feuchtheit (die noch kein Niederschlag des Wassers ist) hier nur in dem Falle erzeugt worden seyn, wo die Feuchtheit wirklich in solchen Mischungen zunähme; welches schon, in obiger Prüfung, die Ungewißheit über diesen letzten Punkt ersetzt. Eine größre Ergänzung findet man aber noch in dem, was uns die atmosphärischen Phänomene lehren; und um hier nur von den auffallendsten zu reden (weil ich in der Folge Gelegenheit haben werde, die andern zu untersuchen); so wird niemals im Sommer der Regen durch einen Grad von Feuchtigkeit der Luft in irgend einer durchsichtigen Schicht angezeigt, welcher der äußersten Gränze nahe käme: oft sogar entsteht er, unterdessen, bis in die Luftschichten, wo sich die Wolken zeigen, die größte Trockenheit herrscht; wie meine Beobachtung auf den Gebirgen von Sixt es bezeugt. Hieraus folgt endlich, wie ich gleich anfangs gesagt habe, daß die Ungewißheit in dem Verhältnisse der Mengen der Dünste beym Maximum, mit den Temperaturen, nichts in den allgemeinen Folgen verändert, die ich oben aus der Anwendung der Gesetze der Hygrologie auf die Wirkungen der Winde gezogen habe.

§. 578.

Ich habe das Vorhergehende bloß in der Absicht geschrieben, um einem Einwurf zu begegnen, der meinen Lesern einfallen konnte: diese Bemerkungen haben aber, seit der Bekanntmachung einer Abhandlung über den Regen, mehr Wichtigkeit erlangt, wovon der Fundamentalsatz darauf hinausläuft: „daß, wenn zwey Luftmassen von verschiedenen Temperaturen sich mit einander vermischen, die Feuchtigkeit der neuen Masse größer sey, als die mittlere zwischen den Feuchtigkeiten, welche die beyden

den vereinigten Massen abgesondert hatten.“ Da D. James Hutton (Verfasser dieser Abhandlung, welche in den Transaktionen der Königlichen Societät zu Edinburg herausgekommen) seinen Grundsatz auf Thatsachen stützt, von denen er hernach eine sehr scharfsinnige Anwendung auf die Phänomene des Regens macht; so muß ich seine Theorie hier untersuchen. Die Thatsachen, von denen er ausgegangen ist, und die allgemeine Folgerung daraus, befinden sich im 1sten Theile der Abhandlung, wovon ich jetzt das Wesentliche mittheilen will.

„Es ist, sagt er, ein atmosphärisches Phänomen, welches sich nicht aus den bekannten Gesetzen der Wärme und Kälte erklärt: daß das Athmen der Thiere sichtbar wird, wenn es in feuchter oder kalter Luft geschieht; oder daß der durchsichtige Dunst sich in Nebel verwandelt, wenn er sich mit einer kältern Luft vermischt. Die Physiker müssen diese Phänomene für erklärbar, durch die allgemeinen Gesetze der Mittheilung der Wärme und Kälte unter benachbarte Körper, gehalten haben, weil sie dieses besondere Gesetz, das, von dem allgemeinen, in andern Fällen beobachteten, abzuweichen scheint, nicht anführen. Der Zweck dieser Abhandlung ist, dieses Gesetz zu bestimmen, um daraus eine Theorie über den Regen herzuleiten.“

„Die von den Thieren eingeathmete Luft kann als ein Menstruum angesehen werden, welches das Wasser auf der warmen und feuchten Oberfläche der Lungen auflöst, und sich bey diesem Grade der Wärme damit sättiget. Wenn diese Auflösung erkaltet, so muß das Wasser, nach den bekannten Gesetzen, sich niederschlagen und durch die Brechung des Lichts sichtbar werden. Eben so kann das Wasser durch bloße Wirkung der Wärme in ein unsichtbares elastisches Fluidum verwandelt werden, und wenn

daß=

daſſelbe erkaltet, ſich in Waſſer verdichten und ſichtbar werden. Ich will aber zeigen, daß, wenn der Athem oder reine Dunſt durch ihre Vermiſchung mit der Luft ſichtbar werden, dieſe Wirkung nicht zufolge der allgemeinen Geſetze über Wärme und Kälte hervorgebracht ſey; ſondern daß man zur Erklärung dieſes Phänomens ein beſondres Geſetz finden müſſe; und daß die Wirkungen der Wärme und Kälte auf die Luft oder den Dampf, nicht immer gleichförmig wachſenden oder abnehmenden Progreſſionen folgen.“

„Um die Progreſſion in der auflöſenden Kraft der Luft auf das Waſſer bey verſchiedenen Graden der Wärme, oder in der Kraft der Wärme um Waſſer in einen elaſtiſchen Dunſt zu verwandeln, zu beſtimmen, müſſen wir die verſchiedenen Progreſſionen nach denen dieſe Wirkung ſich äußern kann, prüfen; denn wenn unter denſelben nur eine iſt, welche den Phänomenen entſpricht, ſo wird man mit Recht daraus ſchließen, daß dieſe das Geſetz der Natur, und die Erklärung der Phänomene aus dieſer Klaſſe, ſey.“

§. 579.

D. Hutton ſagt in der Folge, daß über dieſen erſten Umſtand, daß die Ausdünſtung mit der Wärme wächſt, kein Zweifel ſeyn, daß aber dies Wachſen auf drey unterſchiedene Arten geſchehen kann, nämlich: 1) verhältnißmäßig mit der Zunahme der Wärme; 2) in einem geringern Verhältniſſe als die Wärme; 3) in einem größern Verhältniſſe. Er unterſucht darauf geometriſch, was die Folgen von jedem dieſer Gänge der Ausdünſtung ſeyn würden, in Miſchungen von Luft von verſchiedenen Temperaturen, indem er die verſchiedenen Maſſen von Luft,

als

als bey diesen Temperaturen mit Wasser gesättigt, annimmt; und beweist: daß in dem ersten Falle (den ich angenommen hatte) die Mischung dieser Luftarten ohne Uebermaaß mit Wasser gesättigt bleiben würde; daß im zweyten sie mehr Wasser aufzunehmen im Stande seyn würde; daß sie endlich im letzten nicht alles Wasser halten könne, was sich in den abgesonderten Massen befände, und daß also ein Theil des Wassers niederfallen müsse. Darauf nun fährt er folgendermaßen fort:

§. 580.

„Dieser letzte Fall läßt sich auf den **Athem** und den durchsichtigen Dunst, welche durch Vermischung mit kälterer Luft sichtbar geworden sind, anwenden; und er erklärt die verschiedenen Phänomene, welche hervorgebracht werden können, wenn man verschiedene Massen Luft, mehr oder weniger mit Feuchtheit gesättiget und von verschiedenen Temperaturen, zusammen mischt.“ (Hier macht er das Gesetz, auf die Weise wie ich §. 578. anzeigte, allgemein, und kömmt darauf zur Anwendung.)

„Indem ich nun also das atmosphärische Phänomen, eines durch Vermischung unsichtbarer Flüssigkeiten entstandenen sichtbaren Nebels erklärt habe, so können wir jetzt dieses Gesetz als einen Grundsatz in der Theorie des Regens anwenden. Der Regen ist die Destillation eines Wassers, das anfangs in der Atmosphäre aufgelöst war und sich verdichtet: so daß die Erklärung dieser Verdichtung die Theorie des Regens gründet. Diese Theorie wird also in demselben Grade gewiß seyn, als es die Erklärungen von der Verdichtung der wässerigten Dünste und von der Ausdünstung des Wassers auf der Oberfläche der Erde seyn werden.“

§. 581.

Der Verfasser kömmt sodann auf einige Betrachtungen über die Wolken, die er mit Recht als eine Präcipitation des Wassers ansieht, obgleich sie nicht immer Regen hervorbringen, und kehrt darauf zu seinem allgemeinen Satze zurück: „daß der Regen, welche Ursachen ihn auch verzögern oder beschleunigen mögen, jederzeit die Verdichtung eines ausgedünsteten Wassers seyn muß.“ Das ist ohne Zweifel ein Grundsatz, den man ohne die neulich entdeckten Phänomene hätte annehmen müssen, welche darthun; daß, obgleich das Wasser des Regens ohne Zweifel durch die Ausdünstung in die Atmosphäre gestiegen ist, es nicht von dem unmittelbaren Produkte derselben herrühre; und daß folglich, ohngeachtet des ersten Anscheins, der Regen nicht durch Verdichtung dieses unmittelbaren Produkts entstehe. Inzwischen wiederhole ich, war es natürlich, daß D. Hutton seinen Satz als Axiom ansahe, und daß er sich nur mit dem Mittel der Verdichtung des in der Atmosphäre unsichtbar verbreiteten Wassers beschäftigte. Hierauf fügt er, um seine vorige Erklärung zu unterstützen, hinzu: „Der überzeugendste Versuch, um diese Theorie zu bestätigen, würde seyn, Wasser oder Schnee, durch Vermischung von Luftmassen in einem zur Verdichtung ihres enthaltenen Wassers schicklichen Zustande, hervorzubringen. Wir haben aber auch einen Versuch von dieser Art. Herr von Maupertuis sagt in seinem *Discours sur la mesure de la terre*, daß zu Tornea, indem er eine Thür öffnete, die äußre Luft sogleich die heißen Dünste des Zimmers in Schnee verwandelte, welche in dicken weissen Wirbeln erschienen. Dasselbe Phänomen geschah zu Petersburg 1773. und ich weiß es vom Prof. Robison der dabey zugegen war. Es geschah bey einer zahlreichen Versammlung, wo man aus Mangel an frischer Luft

ein Fenster aufmachte. Die eindringende kalte Luft bildete Wirbel von schneeförmiger Substanz.“

§. 582.

Dies ist die Basis des Systems des D. Hutton, das er hernach sehr methodisch und scharfsinnig auf die Phänomene des Regens anwendet, indem er die nöthigen Luftmischungen für alle allgemeine und besondre Fälle annimmt, und in dieser Absicht eine Theorie der Winde entwirft. In vielen Fällen aber hätte man nicht a priori diese verschiedenen Verbindungen von Luftströmen gefunden, und seine Bestimmungen in dieser Rücksicht fließen oft daher, daß er, da er keinen Zweifel in seine Fundamentaltheorie setzt, wenn es regnet, Mischung von Luftarten von verschiedenen Temperaturen und hinlänglich mit Wasser gesättiget annimmt. Man muß also nicht in diesem Theile der Abhandlung die Beweise der Fundamentalhypothese suchen, sondern in den oben nach ihm angezeigten Thatsachen, welche ich jetzt prüfen will.

§. 583.

Ich wundre mich nicht, daß dem D. Hutton, der von dem Athmen der Thiere, wenn es feucht oder kalt ist, in der Luft hervorgebrachte Nebel, auffallend war; er war es mir gleichfalls, wie ein Phänomen, das sich nicht aus den gewöhnlichen Gesetzen der Ausdünstung erklärt; es schien mir aber zu gleicher Zeit, daß es von einer andern Klasse sey und nicht zur Hygrologie, sondern Physiologie gehörte; mit einem Worte, daß die Dünste, die sich hier zeigen, nicht von der Ausdünstung eines in den Lungen enthaltenen Wassers herrühren. Da dies mit einigen Ideen über die Ursachen des Regens zusammenhängt, so verschiebe ich die Entwicklung auf einen andern Ort, weil sie mich hier zu weit führen würde,

de, und weil überdieß, wenn ich hier die vom D. Hutton angeführten Thatsachen prüfe, es nur in Beziehung auf die Fundamentalhypothese selbst geschieht, und nicht auf ihre Folgerungen für die Theorie des Regens; da man gesehen hat, daß diese Hypothese angenommen werden kann, ohne daß, den gewöhnlichen Zustand der Luft betrachtet, der Regen eine Folge daraus seyn könnte.

§. 584.

Das zweyte Faktum ist die Verwandlung der durchsichtigen Dünste in Nebel, wenn sie sich mit einer kältern Luft vermischen. Im Englischen heist es: the transformation of transparent *Steam* into the state of mist, when mixed in air which is of a colder temperature. Man hat im Französischen kein Wort was Steam ausdrücke; worunter man im Englischen gewöhnlich reinen Dunst versteht und welches man auch auf den Dunst im leeren Raum und auf die Dämpfe des siedenden Wassers anwendet. Ich erinnere mich nicht, daß man mit diesem Worte jemals das Produkt der Ausdünstung in der Luft bezeichnet hätte; welches Phänomen die englischen Physiker schon lange einer Auflösung des Wassers durch die Luft zuschreiben; so daß sie durch das Wort vapour nur einen merkbaren Dunst, welcher die Durchsichtigkeit der Luft trübt, andeuten. D. Hutton insbesondre, sieht die von den Thieren eingeathmete Luft als ein Menstruum an, welches das Wasser auf der warmen und feuchten Oberfläche der Lungen auflöst, und beschäftiget sich mit der auflösenden Kraft der Luft auf das Wasser bey verschiedenen Graden der Wärme. Es scheint also, daß, wenn er hernach die Verwandlung des Steam in Nebel anführt, er auf den Nebel, der über Gefäßen schwebt, in denen Wasser in freyer Luft kocht, anspielt. Die Bildung dieser kleinen

Wolke aber, erklärt sich ohne Beyhülfe der Hypothese, welche er daraus geschlossen hat. Der Dunst des siedenden Wassers (Steam) ist rein, weil bey dem Grade der Wärme dieses Wassers, die Dünste immer im Stande sind, den Druck der Atmosphäre allein zu ertragen. (§. 18.) Fast reine Dünste bilden die Blasen, welche ohne Aufhören durch das kochende Wasser streichen; und diese stoßweisen Brudel (bouffées) von durchsichtigem elastischem Fluidum verdrängen die Luft indem sie sich des Wassers entladen. Wenn diese Dünste sich in einem Raum ausbreiten, der ihrem Eingange gegen über nur einen kleinen Ausgang hat; so treiben sie, indem sie diesen Raum zu ihrer Temperatur bringen, alle Luft heraus und bleiben hier durchsichtig; so bald sie ihn aber durchstrichen und die äußere Luft erreicht haben, so zersetzt sich ihr Strom hier sehr bald (§. 255.): denn da sie, nach dem ersten merklichen Verluste in dem Grade der Wärme woran ihre Existenz gebunden ist, nicht mehr den Druck der Atmosphäre aushalten können; so verwandeln sie sich in einen Nebel, der sich mit der umgebenden Luft vermischt. Inzwischen haben diese zersetzten Dünste die Wärme der Luft vermehrt, und leiden daher hier bald eine neue Ausdünstung, die sie von neuem verschwinden läßt. Dies Phänomen gehört also unter den allgemeinen Fall einer augenblicklichen Präcipitation, woraus eine neue Verdünstung folgt, wenn reine oder mit Luft vermischte Dünste, durch die Wirkung einer kältern Luft, ihr Maximum überschreiten; wenn zum wenigsten ihre Erzeugung nicht schnell genug ist, um die Ursache der neuen Verdünstung, welche zu gleicher Zeit, durch die neue von der Luft erhaltene Wärme, entsteht, zu übersteigen. Ich will mich bey diesem besondern Falle nicht aufhalten, weil ich Gelegenheit haben werde, in der Folge darauf zurück zu kommen.

§. 585.

§. 585.

Das einzige vom D. Hutton angeführte Phänomen, was eine unmittelbare Beziehung auf seine Theorie hat, ist die schneeförmige Präcipitation der in der warmen Luft eines Zimmers verbreiteten Dünste, wenn diese Luft mit der äußern sehr kalten in Verbindung tritt. Der Beweis aber, welcher daraus für diese Theorie zu entspringen scheint, ist nur scheinbar; denn man hat keinen Grund zu vermuthen, daß die Dünste in ihrem Maximum in der äußern Luft wären, weder zu Tornea, noch zu Petersburg: welcher Umstand jedoch nothwendig wäre, um eine Präcipitation vom Wasser nach der Hypothese hervorzubringen; wenn man anders nicht auch annähme, daß, obgleich die Dünste sich nicht in ihrem Maximum in den beyden Luftarten, die sich vermischen, befänden, sie dasselbe in der Mischung merklich übersteigen können; welches immer noch genauere Versuche erfoderte. Denn überdieß können jene Phänomene, ohne zu dieser Hypothese seine Zuflucht zu nehmen, erklärt werden. Die (verhältnißmäßig sehr kleine) Luftmasse des Zimmers verlor sehr schnell eine merkliche Menge ihrer Wärme, durch die Oefnung, welche man hier machte, ohne daß die äußre Luft sich beträchtlich bey dieser Oefnung erhitzte, bey welcher die Luft, die sich zu erhitzen anfieng, bald der kalten Luft Platz machte, indem sie sich in die Höhe erhob. Die warmen Dünste mußten sich also als Nebel in dem Zimmer präcipitiren; weil die äußre Luft fast gar nichts davon aufnahm. Wären statt einer bloßen Oefnung in dem Zimmer, seine Wände weggenommen und seine Luftmasse also ganz umher mit der äußern Luft in Berührung gekommen, so würde sich hier gleichfalls eine Wolke gebildet haben, aber sodann würde sie bald durch Verdünsten, wie die des kochenden Wassers in der umgebenden Luft, verschwunden seyn.

§. 586.

Ich finde also in diesen Thatsachen nichts, was die Frage über den Regen aufklären könnte; und sie scheint mir also noch an eben der Stelle zu seyn, da ich sie ließ, ehe ich diese neue Prüfung anfieng. Ich ziehe sogar aus der Abhandlung des D. Hutton diese beyden Schlüsse, welche die von mir unternommene Arbeit rechtfertigen. Obgleich er sich mit den Phänomenen des Regens viel beschäftiget zu haben scheint, so hatte ihm doch keine Theorie darüber Gnüge gethan; und nach dem, was ihm von den Gesetzen der Hygrologie bekannt war, hatte er geschlossen: daß der Niederschlag des bloß verdünsteten Wassers nur durch Erkalten könne hervorgebracht seyn. Dies sind unter andern die beyden Gründe, welche mich zu diesen Untersuchungen bewogen haben. Was die geprüfte Hypothese betrift; so war sie nach dem Zustande der bekannten Thatsachen sehr natürlich, weil man auf keine andre Weise begreifen konnte, daß Mischungen von Luftarten von verschiedenen Temperaturen häufigen Regen erzeugen könnten, und die Wahrscheinlichkeit dieser Hypothese konnte nur durch eine Gattung von Versuchen und Beobachtungen zerstört werden, welche in der Physik mit dem Hygrometer nur erst im Werden ist. Ich will also nach diesem neuen Kriterion die Prüfung der atmosphärischen Phänomene fortsetzen.

Vierter Abschnitt.

Erste Prüfung der Phänomene der Wolken.

§. 587.

Die bisherigen Betrachtungen sind von der Menge des bloß verdünsteten Wassers, welche die Atmosphäre enthalten kann, vollkommen unabhängig. Wie auch

diese

diese Menge beschaffen sey, so muß sie ihr Maximum anfangs erreichen und hernach überschreiten, damit hier auch Wolken seyen; und von dieser ersten Wirkung, (welche schon eine große Intensität in der Ursache der Präcipitation des Wassers erfordert) bis zu einer Präcipitation, welche im Stande wäre, langen Regen hervorzubringen, ist noch ein großer Zwischenraum. Die einzige unmittelbare Ursache einer solchen Wirkung, welche sich unter die Gesetze der Hygrologie stellen ließe, wäre ein hinlängliches Erkalten in einer Luftmasse, die alle ihre Dünste behielte; und wir haben gesehen, daß in der Atmosphäre keine ähnliche Ursache vorhanden sey. Die Folgerungen aus dieser ersten Prüfung aber werden eine neue Stärke erhalten, wenn wir betrachtet haben, was die wirkliche Menge des bloß ausgedünsteten Wassers sey, so die Luft enthalten kann.

§. 588.

Bey meinen ersten meteorologischen Beobachtungen hatte ich mich überzeugt, durch viele Thatsachen und Betrachtungen, daß die Ausdünstung ein besondres ausdehnbares Fluidum erzeuge, das specifisch leichter als die Luft sey und sich in der Atmosphäre verbreite, und ich schrieb dem Unterschiede seiner Menge zu verschiedenen Zeiten die vorzüglichsten Veränderungen des Barometers zu, und urtheilte in dieser Rücksicht auf folgende Weise. Der Regen rührt jederzeit von einer besondern Schichte der Atmosphäre her, und seine Menge ist oft sehr groß, ohne daß die Wolken ihre Höhe merklich verändern. Diese Schichte kann nicht so viel Dünste halten, ohne daß davon in der Atmosphäre eine große Menge vorhanden sey. Da nun die Dünste specifisch leichter als die Luft sind, und die Atmosphäre davon eine so große Menge enthalten kann, so muß das Baro-

meter zum Zeichen des Regens fallen. Denn die Atmosphäre, welche überall immer merklich dieselbe Höhe hat, enthält sodann einen großen Ueberfluß eines leichtern Fluidums als die Luft. Der Grundsatz von dem ich ausging, schien paradox zu seyn, man nahm dies leichtere Fluidum als die Luft nicht an. Inzwischen war meine Erklärung vom Fallen des Barometers nicht hierinn mangelhaft, sondern in der Menge der Dünste, welche man in der Luft voraussetzen müßte. Meine Beobachtungen auf den Gebirgen von Sixt fiengen an, mir hierüber die Augen zu öfnen: die Aufmerksamkeit, welche ich damals auf die Phänomene des Regens richtete, ließ mich nicht mehr seine Ursache, vor den Wolken existirenden Dünsten, zuschreiben: viele besondre Thatsachen unterrichteten mich von den wenigen Dünsten, welche in der Luft seyn könnten, und endlich unterstützte Herr von Sauſſure alle diese Bemerkungen durch direkte Versuche, die in Rücksicht meiner alten Hypothese über die Veränderungen des Barometers angestellt waren, und welche darthun, daß keine Schichte der Atmosphäre jemals hinlänglich bloß ausgedünstetes Wasser enthalten könne, um Regen hervorzubringen. Diese Versuche stehen in seinen Essais sur l'Hygrometrie, dem ersten physikalischen Werke, wo die Hygrologie methodisch und nach bestimmten Thatsachen abgehandelt ist. Ohne die Herausgabe dieses Werks, wäre ich in Darstellung der Gründe, weswegen ich die gewöhnliche Meinung über den Regen verlassen habe, verlegen gewesen; weil ich in keinem System etwas hinlänglich genaues gefunden hatte, um es zum Gegenstande meiner Bemerkungen zu machen. Jetzt werde ich sie auf dasjenige anwenden können, was ich hierüber besser bestimmt weiß; und es wird eines von den Mitteln seyn, die ich anwenden werde, um die Unzulänglichkeit der bekannten Ursachen bey Erzeugung des Regens darzuthun. §. 589.

§. 589.

Ich will zum Grundsatz bey dieser Prüfung dasjenige annehmen, was Herr von Saussure selbst, über die Menge des bloß ausgedünsteten Wassers, welche die Luft halten kann, durch seine Versuche bestimmt hat; wovon er das Resultat im §. 275. seines Werks auf die Meteorologie folgendermaßen anwendet: „Wenn die Luft nur das Wasser enthalten könnte, was sie auflösen kann, so ist diese Menge von etwa 10 Gran im Cubikfuß (sogar bey + 16 der Temperatur) so klein, daß sie niemals einen beträchtlichen Regen hätte geben können. Diese Menge ist in den obern Schichten sogar noch geringer, wo die Luft kälter ist: überdieß giebt die Luft, welche den Regen bringt, nicht alles Wasser her, was sie enthält, sie läßt nur ihre überflüßige Feuchtheit fahren.“ Ich will mich weder bey dieser Art, die Mischung des Wassers mit der Luft zu erklären, aufhalten, welche in der Thatsache nichts verändert; noch bey der Präcision dieser Thatsache, deren Abweichung, in Rücksicht dessen was das Phänomen des Regens erforderte, so beträchtlich ist, daß es nicht nothwendig ist, sie genauer zu bestimmen. Ich will also nur bemerken, daß bis dahin Herr von Saussure aus direkten Versuchen eben den Schluß gezogen hatte, den mir meine allgemeinen Beobachtungen an die Hand gaben, nämlich: daß der Regen nicht von Dünsten herrühren könne, welche in der Luft in dem Augenblicke vorhanden sind, da sich die Wolken bilden. Er setzt aber hinzu: „Es verhält sich nicht eben so mit den bläschenförmigen Dünsten; wir kennen keine Gränze, über welche hinaus die Luft nicht mehr davon aufnehmen könnte; wenn es nicht die Berührung der Bläschen oder wenigstens ihrer Atmosphären wäre.“ Diesen Theil seines Systems muß ich also prüfen.

§. 590.

Es ist außer Zweifel, daß der Regen jederzeit von den bläschenförmigen Dünsten herrühre, weil er in den Wolken entsteht die daraus zusammengesetzt sind: diese Dünste selbst aber sind nur aus elastischen Dünsten gebilder, welche schnell ihr Maximum übersteigen. Oder (nach dem Ausdruck den ich gebraucht habe, um bey dieser Prüfung die Untersuchung der verschiedenen Hypothesen über die Ausdünstung zu vermeiden) die bläschenförmigen Dünste rühren nur von einem ersten Niederschlage des Wassers her, das sich wirklich mit der Luft, in irgend einem Zustande als erstes Produkt der Ausdünstung, vermischt befindet. Dies ist der Satz, den ich erst feststellen und hernach die Methode prüfen will, wie Herr von Saussure glaubt, daß die bläschenförmigen Dünste sich in den Luftschichten wo der Regen sich bildet, anhäufen und erneuern.

§. 591.

In allen Fällen wo bläschenförmige Dünste durch uns unmittelbar bekannte Ursachen entstehen, wissen wir aus Thatsachen und Grundsätzen der Hygrologie, daß das erste Produkt der Ausdünstung hier schleunig sein Maximum überschreite. Dies ist der gewöhnliche Fall beym Dampfe des siedenden Wassers, wenn er sich in der kältern Luft verbreitet, und dies geschieht in allen Fällen, wo sich die Luft, auf der Oberfläche großer Wassermassen oder des feuchten Erdbodens, stark erkaltet. Die unmittelbar merkliche Wirkung in diesen Fällen ist ein Nebel, in welchem das Hygrometer immer zur äußersten Feuchtheit gelangt. Dieser erste Niederschlag des ausgedünsteten Wassers erstreckt sich aber nur auf eine gewisse Distanz von der Quelle der Dünste; und jenseits

geschieht

geschieht eine neue Verdünstung, wodurch die bläschenförmigen Dünste verschwinden. Dies kann ein jeder, in Betracht des Nebels, den das siedende Wasser bildet, beobachtet haben, welches auf dieselbe Weise auch bey denen Statt hat, die unsre Thäler bisweilen anfüllen und unsre Ebnen im Herbste bedecken. Ist man auch nur etwas aufmerksam auf die Oberfläche dieser von den Bergen betrachteten Nebel, um sie als ein schönes Schauspiel anzusehen, so kann man sich überzeugen, daß sie durchsichtig sind; daß die Ausdünstung ihr Maximum an der Oberfläche der Wasser erreicht hat, weil die Luft zur äußersten Feuchtheit gekommen ist; und daß die bläschenförmigen Dünste, welche die Durchsichtigkeit dieser Luft trüben, Wochen oder sogar Monathe lang dieselben bleiben; d. h. so lange der Nebel sich in derselben Höhe erhält. Das Phänomen weicht aber sehr von diesem ersten Anschein ab: die Ausdünstung fährt an der Oberfläche der Wasser fort; die bläschenförmigen Dünste, die sich daraus bilden, steigen ohne Aufhören und eine neue Verdünstung hat an der Oberfläche der Nebel Statt. Es ist ein eben so unterhaltendes als lehrreiches Schauspiel, wenn man diese Oberfläche von einem etwas über sie erhabenen Orte und in einem großen Thale betrachtet, wo man in einiger Entfernung von Tannenwäldern braune Gebirge hat. Ein solches von den Sonnenstrahlen erleuchtetes Thal, scheint mit Baumwolle angefüllt zu seyn, die auf ihrer ganzen Oberfläche in unsichtbare Fäden gesponnen ist: überall sind Wülste, wie die Spinnerinnen beym ausziehen der Wolle aus dem Spinnrocken machen um den Faden zu bilden, und sie verschwinden allmählig indem sie sich in die Luft zerstreuen. Zuweilen verlängern sich diese Wülste und trennen sich von der Masse, indem sie aufsteigen wollen: man sieht sie alsdenn sich ausbreiten, wie sich ein Haufen Gaze

entwickelt und allmählich verschwinden sie. Die Nebel bilden sich also beständig an der Oberfläche der Wasser und des Bodens; aber beständig zerstreuen sie sich auch in die obere Luft: und dennoch merkt man nicht, daß die Feuchtheit hier zunehme.

§. 592.

Ich will im Vorbeygehen anmerken, daß die Gränzen der Nebel und Wolken ein schönes Feld von Beobachtungen für die Aeronauten eröfnen werden, wenn die Aeronautik einen Grad von Vollkommenheit erlangt haben wird, den sie ohne Zweifel erreicht, sobald man sich mit ihr als einer Wissenschaft beschäftigt, welche die Aufmerksamkeit reicher und gelehrter Männer verdient. Bisher haben die Kosten den Fortgang dieser schönen Erfindung aufgehalten. Man muß einen Stoff erfinden, der die inflammable Luft lange halten kann; ein Mittel sich herabzulassen, ohne von dieser Luft zu verlieren, und wieder aufzusteigen, ohne Ballast auszuwerfen; irgend einen Mechanismus, wodurch man sich in dem Laufe des Windes regieren könnte, wie man in dem der Flüsse thut. Hiemit, was ich nicht für unmöglich halte, wird man sich ohne Gefahr leicht in die Luft erheben und hier viele für die Physik sehr wichtige Beobachtungen machen können: und ohne von meinem Gegenstand abzugehen, so wird der Zustand der Luft in Ansehung ihrer Feuchtheit, bey verschiedenen Höhen über einer Nebelschichte und unter Wolken, die sich ohne Anschein zum Gewitter bilden, schon eine sehr wichtige Beobachtung seyn. Zu dieser Art von Beobachtung wäre es hinreichend das Hygrometer mit dem Barometer und Thermometer zu verbinden und ich bin überzeugt, daß man daraus große Kenntnisse über den Gang der meteorologischen Phänomene ziehen werde.

§. 593.

§. 593.

Die Nebel, wovon ich bisher redete, sind das einzige große Phänomen, wo wir bläschenförmige Dünste durch die unmittelbare Ausdünstung in der Luft verbreitet sehen, und doch findet sich dabey noch nichts, was die Schichten, wo der Regen sich bildet, betrift: in Beziehung auf diesen, ist die Ausdünstung gleichsam auf die Oberfläche der Nebel versetzt, über welcher alles in seinen gewöhnlichen Gesetzen bleibt. Die elastischen Dünste, welche sich ohne Aufhören von den Wassern und feuchtem Erdboden losreissen, sind alsdann für die Temperatur der Luft zu häufig, sie übersteigen ihr Maximum, und es bilden sich bläschenförmige Dünste: diese Verwandlung hat aber nur bis auf eine gewisse Höhe Statt, welche, nach dem Grade der Feuchtheit der Luft und dem Verhältnisse ihrer Wärme mit der des Wassers, größer oder kleiner ist. Ueber diesen Punkt hinaus, fängt die Ausdünstung in den bläschenförmigen Dünsten von neuem an, und die obre Luft bleibt durchsichtig. Jede Veränderung also, welche alsdann in der täglichen Operation, wodurch die Atmosphäre Wasser erhält, vorgeht, ist, daß die Ausdünstung, welche es hier verbreitet, anstatt vollkommen an der Oberfläche der Erde zu geschehen, sich auf die des Nebels einschränkt.

§. 594.

Es giebt also keine Quelle der bläschenförmigen Dünste, welche von dem unmittelbaren immer unsichtbaren Produkt der Ausdünstung verschieden wäre. Diese Bläschen könnten nicht ohne unser Wissen in der Atmosphäre seyn: ich sage nicht, weil sie sichtbar sind; denn man könnte sie hinlänglich zerstreut annehmen, so daß sie dem Auge entgiengen; sondern weil sie nur in einer Luft,

welche in der äußersten Feuchtheit ist, sich erhalten können. Es ist wirkliches Wasser unter einer gewissen Gestalt, der Ausdünstung, wie jedes freye Wasser unterworfen, und welches auf das Hygrometer, wie das Wasser selbst, wirkt. Sobald also dies Instrument nicht die äußerste Feuchtheit anzeigt, so können wir mit Gewißheit entscheiden (und Herr von Saussure sagt es selbst im §. 216.) daß keine bläschenförmige Dünste in der Luft sind. Alsdann also, wenn die Wolken, die unmittelbare Quelle des Regens, sich in der durchsichtigen Luft bilden, so rühren sie nicht von den bläschenförmigen Dünsten her, welche als solche in dieser Luft existirten: die Bläschen, welche sich sammlen um sie auszumachen, bilden sich wirklich in dieser Luft selbst, von der Herr von Saussure anerkennt, daß sie nur eine sehr geringe Menge bloß ausgedünstetes Wasser enthalten könne. Er nimmt aber hernach an, daß die Anhäufung der bläschenförmigen Dünste in den Regenwolken von dem fortgesetzten Aufsteigen der elastischen Dünste herrühre, die sich hier verdichten, und hierinn besteht eigentlich sein System, welches ich jetzt prüfen will.

§. 595.

Herr von Saussure geht zuerst von einem hypothetischen Zustande der Atmosphäre aus, worinn sie sich, bey der äußersten Trockenheit in ihrer ganzen Höhe, befinden würde; er nimmt aber darauf an, daß, nach einer ziemlich beträchtlichen Zeit, die Luft endlich zu der Gränze einer vollkommnen Sättigung gelange, welche, nach ihm, der erste Schritt zum Regen ist; darauf fährt er fort: „(§. 270.) Wir wollen sie in diesem Zustande annehmen; an einem Morgen vor Sonnenaufgange wäre die ganze Atmosphäre von den höchsten Ge-

gen-

genden bis zur Oberfläche der Erde gänzlich mit Dünsten gesättiget, und die Erde selbst mit Wasser bedeckt oder wenigstens getränkt. In diesem Falle erzeugt, in dem Augenblicke da die Sonne anfängt die Erde zu erwärmen, diese Wärme eine gewisse Menge elastischer Dünste; denn das Feuer bringt dergleichen selbst in einer vollkommen gesättigten Luft hervor. Diese Luft will sie aber anfangs nicht auflösen; diese Dünste verwandeln sich also in Bläschen, und es bildet sich ein leichter Nebel auf der Oberfläche der Erde. Da sich indessen die Luft auch ihrerseits erwärmt, so wird sie fähig, sowohl diese Bläschen, als den elastischen Dunst, welcher fortfährt sich zu bilden, aufzulösen. Dieselbe Luft, durch die Wärme und den elastischen Dunst erweitert, fängt an in die Atmosphäre aufzusteigen. Hier trift sie kältere Schichten an; denn die Wärme welche die Sonne in der Luft erweckt, nimmt ab so wie man sich von der Erde entfernt. Diese obgleich ein wenig erwärmten Schichten, haben nicht genug Wärme erlangt, um die Dünste, welche ihnen die Luft, die sich beständig erhebt, nachdem sie sich in der Nachbarschaft der Erde erwärmt hat, zubringt, aufzulösen. Diese Dünste verdicken sich also in dieser höhern und kältern Luft und verwandeln sich hier in wirkliche Tropfen, die als Regen herabfallen, oder häufiger in Bläschen, welche Wolken bilden. Die Dicke und Dichtigkeit dieser Wolken nehmen beständig zu, durch das stete Aufsteigen neuer Dünste, die sich an der Oberfläche der Erde bilden. Da aber diese Wolken endlich das Sonnenlicht den untern Schichten entziehen, so erkalten diese nach und nach, ihre Dünste verdicken sich und die ganze Luftmasse scheint nur eine dicke Wolke zu seyn, welche über der Erde hinzieht; oder vielmehr die Bläschen lösen sich in Tropfen auf und bilden einen Regen, welcher der Erde alles Wasser wieder giebt, was die Sonnenwärme ihr geraubt hatte.“

§. 596.

§. 596.

Durch die Mittheilung dieser ganzen Stelle, wollte ich unter einem einzigen Gesichtspunkt den ganzen Gang darlegen, welchen Herr von Sanssure den Regen erzeugenden Ursachen zuschreibt, wovon die letzte, welche endlich den Fall des Wassers bestimmen muß, ist, daß die Wolken die Wirkung der Sonne auf die untern Schichten aufhören machen. Anfangs hatt er aber selbst bestimmt, was ein solcher Regen seyn könnte. Die mit Dünsten gesättigte Luft bey der Temperatur von ohngefähr + 16° und das Barometer 27" französisch, hält nur 10 Gran Wasser im Kubikfuß (§. 288.): nach ihm vermindert sich diese Menge sogar noch, so wie die Luft dünner wird (§. 271.); und er erkennt endlich an (§. 275.), daß die Luft nur zum Theil sich ihres Wassers entladen kann, indem sie nur ihre überflüßige Feuchtheit fahren läßt. Was bleibt dann also übrig, um Wolken und Regen zu bilden? die an der Erde einige Stunden beschleunigte Ausdünstung, d. h. bis eine Wolkenschichte die Wirkung der Sonne auf den Boden schwächt. Wir werden aber alsdann nur höchstens einen Thau oder Nebel haben, welche durch die Verminderung der Wärme in der Luft unter den Wolken hervorgebracht sind; denn da diese fortfahren die zunehmende Wirkung der Sonne zu leiden; so werden sie vielmehr zu verdünsten als Wasser abzusetzen suchen.

§. 597.

Wir wollen aber einen Schritt in diesem Gange der Ursachen, welche Regen erzeugen sollen, zurückgehen. Herr von Saussure versetzt sich an einen Morgen, damit die stufenweise wachsende Wirkung der Sonne auf die Wasser und den Boden, die Idee einer wachsenden

Quelle

Quelle von Dünsten entstehen lasse. Ich werde bald diesen besondern Punkt prüfen, zuvor aber muß ich bemerken: daß, den Regen durch eine Ursache, die nur einem gewissen Theile des Tages gehört, erklären, ihn nicht wirklich erklären heist. Wenn die Luft bey Sonnenuntergange heiter ist, so enthält sie keine bläschenförmige Dünste: die Menge des bloß ausgedünsteten Wassers das sie enthält, ist nur diejenige, welche Herr von Sauffure selbst als so gering betrachtet, daß sie nie einen beträchtlichen Regen hergeben kann. Er erklärt selbst, was sodann die Wirkung von der Abwesenheit der Sonne seyn werde. „Der Thau, sagt er §. 275. den man als eine Gattung von Regen ohne Wolken betrachten kann, erklärt sich auf dieselbe Weise:“ (durch das Erkalten einer gesättigten Säule in einem Augenblicke, der zur Bildung der Bläschen nicht günstig ist) „er ist indeß zuweilen von Nebeln begleitet; und selbst dieser Dunst, der die Luft in dem Augenblicke da der Thau fällt, etwas trübe macht, rührt wahrscheinlich von einigen Bläschen her, welche sich bilden wenn die erkaltete Luft ihre überflüssige Feuchtigkeit absetzt.“ Dies wäre also alles, was wir von einer Nacht auf einen heitern Tag zu erwarten hätten. Und wie oft sehen wir dennoch nicht Wolken sich mitten in der Nacht sammlen und einen anhaltenden Regen daraus erfolgen? Und wie oft, da die Luft noch in der äußersten Feuchheit durch die Folgen der Nacht ist, schiest nicht die Sonne ihre Strahlen auf die Wasser und den feuchten Boden, ohne daß sich Wolken durch den größern Ueberfluß von Dünsten bilden? Ich wiederhohle also: jedes System über den Regen, das von Umständen abhängt, die nur einem gewissen Theile des Tages zukommen, hat den offenbarsten Gang der Phänomene gegen sich.

§. 598.

Um die Bildung der Wolken durch Anhäufung der Dünste in einer gewissen Luftschichte zu erklären, nimmt Herr von Saussure einen Umstand an, der mir durchaus unmöglich scheint, und da er ihn oft unter dem Nahmen vertikalen Wind anführt, so will ich ihn gleich jetzt untersuchen und seine eignen Worte hersetzen. „Dieselbe Luft (der untere Theil der Atmosphäre) ausgedehnt durch die Wärme und den elastischen Dunst, fängt an sich in die Atmosphäre zu erheben. Hier trift sie kältere Schichten an — — Diese Schichten, obgleich ein wenig erwärmt, haben nicht genung Wärme erlangt, um die Dünste aufzulösen, welche ihnen die Luft, die sich beständig erhebt, nachdem sie sich in der Nachbarschaft der Erde erwärmt hat, zuführt.“ Dies halte ich auf alle Weise für unmöglich. Erstlich kann sich die Luft unten von der Atmosphäre nicht in die Höhe erheben, ohne daß die obere ihr Platz mache. Wie würde also die erste der letztern Dünste bringen, welche diese nicht auflösen könnte; weil diese letzte, durch die erste verdrängt, nicht mehr an derselben Stelle ist? Die untre Luft, als in die obern Gegenden mit den Dünsten die sie enthält sich erhebend betrachtet, behält sie hier durch ihre eigne Wärme; es sind keine kalte Schichten mehr da, weil sie der erwärmten Luft werden Platz gemacht haben. Herr von Saussure glaubt, wie wir in der Folge bey Untersuchung der Kälte oben auf den Gebirgen sehen werden, daß die obern Luftschichten nur deswegen kälter sind als die untern, weil diese Wärme von dem Boden erhalten. Wenn sie also durch die Wärme, die sie neben der Erde erlangt hätten, beständig aufstiegen, so würde in den obern Gegenden keine Ursache der Kälte mehr sich finden; die gesammten Säulen würden erwärmt seyn und jeder Theil von ihnen die Dünste behalten, die sich mit

ihnen erhoben hätten. Bey der Hypotheſe eines vertikalen Windes alſo, der durch die Wärme und elaſtiſchen Dünſte gebildet iſt, fände keine Urſache von Verdichtung der Dünſte Statt. Denn es kommt hier nicht eine gewiſſe Luftſäule von kleinem Durchmeſſer in Betrachtung, welche durch eine beſondre Urſache erwärmt kalte Schichten durchſtriche; es betrift den ganzen Theil der Atmoſphäre, auf welche die Sonne merklich in demſelben Grade ihre Wirkung ausübt und die ſich, wie man annimmt, von unten in die Höhe erhebt. Bey einer ſolchen Annahme wären keine beſtändige obre Luftſchichten; die es jetzt wären, würden bald durch von unten kommende erſetzt. Dadurch würde die Kälte oben in der Luft aufhören, und die immer aufſteigende Luftſäule würde ſich in die Höhe der Atmoſphäre verbreiten, indem ſie die Wärme und Dünſte mit ſich fortnähme. Es könnten ſich alſo nirgends Wolken bilden, weil keine individuelle Luftſchichte da wäre, die ſich in der Atmoſphäre in demſelben Gleichſtande erhielte.

§. 599.

Ich habe in dem Vorhergehenden nur das betrachtet, was man von einem vertikalen Winde, wie ihn Herr von Sauſſure ſowohl hier als an andern Stellen ſeines Werks annimmt, erwarten müſſe; jetzt will ich aber weiter gehen und zeigen, daß ein ſolcher Wind niemals exiſtiren kann. Die Sonne erleuchtet immer eine ganze Hälfte der Erde; und in dieſem ganzen Raume bringt ſie immer mehr oder weniger zwey Wirkungen hervor, die Luft zu erwärmen und die Ausdünſtung zu vermehren. Es kann hier alſo keine als Strom aufſteigende Säule geben, welche merklich leichter als ihre benachbarten geworden wäre; die Abſtufungen unter ihnen ſind zu unmerklich, um eine ſolche Bewegung in irgend einem beſtim-

stimmten Raume hervorzubringen. Die einzige Wirkung also, welche aus dieser Ursache entspringen könnte, ist die Ausdehnung der ganzen erwärmten Luftmasse, die oben in der merkbaren Atmosphäre einen Geschwulst bildet, der dem Laufe der Sonne folgt und auf dessen Oberfläche ohne Zweifel die höhern Theile zu den untern ablaufen, aber so unmerklich, daß man daraus nicht das Daseyn eines vertikalen Windes folgern könnte.

§. 600.

Ich habe diesen Gegenstand schon im ersten Kapitel der vierten Abtheilung meiner Untersuchungen über die Modifikationen der Atmosphäre abgehandelt und gezeigt, daß die Ausdehnung der Luft, bey sonst stillem Wetter, den Ostwind hervorbringt, welcher die Morgenröthe begleitet, und den Westwind, den man zuweilen bey Sonnenuntergange verspürt. Aber diese merkbaren Bewegungen sind horizontal; sie entspringen aus der ungeheuren horizontalen Ausdehnung der Atmosphäre und von dem Fortrücken der Luft, von den Oertern welche die Sonne erleuchtet, zu denen, die sie nach und nach verläßt oder nicht mehr erleuchtet. Was eine vertikale Bewegung betrift, so giebt es merklich keine andre, als die, welche von der Ausdehnung oder Zusammenziehung der Luft herrührt in Verhältniß mit der Wärme welche jede Schichte empfängt oder verliert. Ich habe die Wirkungen erklärt und durch Beobachtung bewiesen, welche aus diesen Bewegungen nach verschiedenen Seiten, auf die Höhe des stillstehenden Barometers entstehen. Wenn die Luft sich durch die Wärme ausdehnt, so macht ihre horizontale Ausdehnung das Barometer auf der Ebne fallen, durch den lateralen Verlust den jede Luftschichte leidet, und hingegen macht ihre vertikale Ausdehnung die Barometer oben auf den Gebirgen steigen, durch einen Theil der zu-

vor untern Luft, die sich alsdenn über diese Berggipfel erhebt. Dadurch also giebt es einen Punkt in der Mitte, welcher von der Größe der Vermehrung der Wärme und andern Umständen abhängt, wo das Barometer unbeweglich bleibt: indem der laterale Verlust der Säule, in der es sich befindet, in dieser Höhe durch die Luft, die sich darüber erhoben hat, ersetzt wird. Diese Theorie von Versuchen unterstützt, leitete mich bey Messungen der Berge durchs Barometer: sie ist in meiner Formel durch eine Gleichung für die Wärme vorgestellt, deren Wirkung ist; daß, obgleich das Verhältniß der Barometerhöhen, an zwey verschieden hohen Oertern, sich durch die Unterschiede der Temperatur ohne Aufhören verändert, die Beobachtungen immer ziemlich dieselbe vertikale Distanz zwischen diesen Oertern anzeigen. Die nöthige Einfachheit dieser Formel, verbunden mit dem Mangel eines regelmäßigen Ganges in den Ursachen, auf welche allein sie sich bezieht, hat mich hier Bestimmungen annehmen lassen, die nicht strenge genau seyn konnten, und zu verschiedenen sehr wichtigen physischmathematischen Problemen Anlaß gegeben haben, die man unter andern in einer Abhandlung des D. Horsley (Philosoph. Transakt. von 1774) über meine Regel zur Messung der Höhen durchs Barometer, und in einer Dissertation de Montium altitudine Barometro metienda von Herrn Damen (Haag 1783) sehen kann.

§. 601.

Ich habe in dem Werke des Herrn von Saussure nichts gefunden, was diesem Gange entgegen wäre, den ich in den Wirkungen der Ausdehnung der Luft angezeigt hatte, es sey durch die Wärme oder durch die Dünste, die sich mit ihr vermischen und hier den bisher betrachteten analoge Wirkungen hervorbringen. Die Luft dehnt

sich aus; aber dies geschieht so gut zur Seite als von unten nach oben. Die Luftsäulen, welche sich am meisten durch diese Ursache verlängern, ergießen sich ohne Zweifel auf diejenigen welche sich weniger verlängern; dies geschieht aber in unmerklichen Abstufungen, wodurch kein merkbares Aufsteigen der Luft entspringt, ausgenommen gegen die schroffen Seiten einiger von der Sonne erwärmten Gebirge, wovon ich auch ein Beyspiel gegeben habe. (Untersuchungen über die Modifikationen der Atmosphäre §. 621.) Uebrigens sind durchgehends, sag' ich, die Wirkungen, der in der Luft durch die Wärme hervorgebrachten vertikalen Ausdehnung, so klein und langsam, daß man sie nur durch die Summe der comparativen Veränderungen des Barometers oben und unten an den Gebirgen entdecken kann. Was diejenigen betrift, welche die Dünste hervorbringen können und die ich sonst für ziemlich beträchtlich hielt; so hat Herr von Saussure selbst, gegen meine alte Hypothese bestimmt: (§. 258.) „Daß, wenn die ganze Atmosphäre von einer äußersten Trockenheit zu einer vollkommenen Sättigung übergienge, daraus nicht einmal zwey Linien Unterschied, zwischen den Höhen welche das Barometer zeigen würde, entspringen möchte." Endlich hat er diese beyden Betrachtungen noch bekräftigt, indem er versichert: (Note zum §. 113.) „daß die am genauesten ausgetrocknete Luft, anstatt durch die Wärme weniger ausdehnbar zu seyn, ihm weit ausdehnbarer als die feuchte Luft geschienen, und sogar als die Luft, welche der äußersten Feuchtheit am nächsten ist." Die Idee also eines durch diese Ursachen hervorgebrachten vertikalen Windes d. h. von aufsteigenden Säulen, welche nach und nach in kalte Gegenden die Dünste bringen, welche der Boden hier verbreitet, scheint mir offenbar der Theorie entgegen. Dem will ich noch zusetzen, daß sie nicht durch die Phänomene unterstützt

ist,

ist, denn ich habe nie einen solchen Wind wahrgenommen und Herr von Saussure nimmt ihn an, ohne ein Beyspiel davon zu geben.

§. 602.

Wir wollen noch um einen Schritt, in dieser Folge von Wirkungen, welche Herr von Saussure ersonnen hat, zurückgehen, und werden um so besser sehen, daß der Regen nicht durch das unmittelbare Produkt der Ausdünstung erklärt werden könne. Außer der Annahme eines Morgens, als eines nothwendigen Umstandes, nimmt er ferner an, daß die Erde selbst mit Wasser bedeckt oder wenigstens getränkt seyn müsse. Das heist aber nur den Regen nach dem Regen erklären; auch sagt er selbst, indem er die Beschreibung dieser Folge von Wirkungen endigt: „Dies geschieht jedesmal wenn die Sonne nach dem Regen scheint: die Luft ist alsdann mit Dünsten gesättigt, die Erde mit Wasser getränkt; man sieht diese Erde sich erwärmen, dampfen — — in wenig Stunden sammlen sich dieser Dampf, diese Dünste, das Wetter wird trübe und bald fängt es an zu regnen; wenn sich nicht ein trockner Wind erhebt, welcher die Dünste auflöst, oder die Wolken, so wie sie sich bilden, zerstreuet.“ Dies ist der Fall, den ich untersucht habe, und will also nur zusetzen; daß die Phänomene, wie die Theorie, der Annahme entgegen sind, „daß es regnen müsse, weil es schon geregnet hat, wenn nicht eine Veränderung in dem Winde vorgeht.“ Wenn man auf die Umstände bey der Wiederkunft des schönen Wetters achtet, so wird man sogleich sehen, daß es oft bey Windstillen Statt hat, indem sich die Wolken sodann an dem Orte selbst, wo sie Regen verbreiteten, zerstreuen: und daß die Heiterkeit der Luft, sich oft bey demselben Winde, bey dem es regnete, wieder herstellt.

§. 603.

Ich wiederhole es aber, dies hieße nur einen Regen der auf einen andern Regen folgt, erklären; und jede gründliche Erklärung dieses großen Phänomens muß auf den so gewöhnlichen Fall anwendbar seyn, wo ein Regen, in einer Luft, die weit von der äußersten Feuchtheit entfernt ist, entsteht, ohne daß ein Umstand die Größe der Ausdünstung unten in ihren Säulen vermehre. Und in dieser Rücksicht bestimmen meine Beobachtungen auf den Gebirgen von Sixt das Phänomen auf eine hinlänglich umständliche Weise. Der Regen bildete sich hier nicht nur in einer sehr trocknen Luft; sondern die Luft war auch noch nach 10 oder 12 stündigem Regen trocken, als es einen Augenblick zu regnen aufhörte: und da es wieder gänzlich schönes Wetter geworden war, obgleich die Erde mit Wasser getränkt und derselbe Wind fortfuhr, so war doch die Trockenheit am Fuße des Gebirges größer als vor dem Regen. Seitdem diese Beobachtungen mich die Phänomene des Regens in Vergleichung mit dem Gange des Hygrometers studieren ließen, habe ich zu bemerken Gelegenheit gehabt; daß die Fälle, wo die äußerste Feuchtheit in der Luft herrscht, vor, bey und nach dem Regen, am Tage, sehr selten sind; und daß im Gegentheil das Hygrometer alsdann weit von diesem Punkte entfernt ist. Inzwischen sind die gewöhnlichen Beobachtungen dieses Instruments neben der ersten Quelle der Dünste da angestellt, wo die äußerste Feuchtheit sich am ehesten offenbaren müßte, wenn der Regen herrührte, „von der Verdichtung der Dünste, die sich vom Boden erheben, wenn Wolken die Sonnenstrahlen auffangen.“ Und Herr von Saussure hat dies Phänomen selbst bemerkt, das seiner Hypothese so entgegen ist; denn er sagt im §. 326. seiner Versuche über die Hygrometrie: „Ich habe mit großer Bewundrung bemerkt,

daß

daß in unserm Lande wenigstens, die Luft im Augenblicke des Regens sehr selten mit Feuchtigkeit gesättigt ist.“ Es konnte ihn aber nicht so sehr überraschen, wie mich, weil sein Hygrometer von zwey entgegengesetzten Ursachen angegriffen, in dem gewöhnlichen Zustande der Luft immer zu nahe bey der äußersten Feuchtheit verbleibt. Ich habe oben (§. 74.) gezeigt, daß mein Hygrometer unter einer Glocke um 19° 2 (von 98, 2 zu 78) zur Trockenheit hingegangen sey, wo das seinige um 1° (von 96 zu 97) zur Feuchtheit hinstieg.

Es scheint mir also gewiß, daß die Erfahrung jeder Erklärung des Regens zuwider ist, welche, die Verdichtung der, unmittelbar in der Luft durch die Ausdünstung verbreiteten, Dünste, zur Basis hat: welche Folgerung immer mehr durch Prüfung andrer Phänomene wird bestätiget werden.

Fünfter Abschnitt.

Von einigen Phänomenen der Wolken, während der Bildung des Thaues.

§. 604.

Wenn die angenommenen Meinungen der Natur der Dinge zuwider sind, so ist es hinreichend, daß ein Zweifel aufsteige, damit alles dazu beytrage die Täuschung zu zerstreuen. Während meiner Versuche über die Messung der Höhen durchs Barometer, und in der Zeit selbst, da ich mich mit den Phänomenen des Thaues beschäftigte, um sicherer die Phänomene der Dünste zu zergliedern, heftete ich meine Aufmerksamkeit auf ein Phänomen nicht, dessen ich bereits erwähnt habe, und das mich, von dem Augenblicke an, da ich über die Ursache des Regens Zweifel hegte, in Verwunderung setzte: dies ist das öftre

Verschwinden der Wolken nach Sonnenuntergang; d. h. selbst zu der Zeit, wo die Abnahme der Wärme die untern Luftschichten zur äußersten Feuchtheit führt und Thau hervorbringt. Dieses Verschwinden der Wolken geschieht oft bey dem stillsten Wetter; man sieht sie nach und nach abnehmen, ohne ihre Stelle zu verändern, und endlich gänzlich verschwinden. Dies ist also ein unmittelbarer Beweis, daß die Wolken nicht von der Abnahme der Wärme in der Schichte, wo sie sich bilden, herrühren, denn ich kann mir keine sichre Ursache dieser Abnahme denken, als die Abwesenheit der Sonne. Inzwischen scheint dieser letzte Umstand gar keinen Theil an der Existenz der Wolken zu haben; sie bilden sich und verschwinden, in jedem Theile des Tages und der Nacht, und durch Ursachen, welche den erkannten oder wahrscheinlich angenommenen Veränderungen der Wärme, durchaus fremd sind.

§. 605.

Dieses so häufige Verschwinden der Wolken in dem Augenblicke da der Thau die untern Theile der Luft befeuchtet, hätte uns die gewöhnliche Trockenheit der obern Gegenden vermuthen lassen können, ehe sie uns die Beobachtungen oben auf den Gebirgen unmittelbar lehrten. Denn wenn die obern Luftschichten nicht weit trockner wären als die untern, so könnten die Wolken, welche vor Sonnenuntergange da sind, hier sich nicht selbst in der Zeit zerstreuen, da die Abnahme der Wärme die Feuchtheit der Luft um sie herum, vermehren muß. Ich will daraus nicht schließen, daß das Verschwinden dieser Wolken, ein Beweis von der Zunahme der Trockenheit der obern Schichten sey, in dem Augenblicke da sich der Thau in den untern Schichten bildet; es ist nur ein Beweis, daß sie trocken sind, denn was das Phäno-

men

men selbst des Erscheinens und Verschwindens der Wolken betrift, so halte ich es für völlig unabhängig von dem hygroskopischen Zustande der Luft. Dies ist eine nothwendige Folge aus meiner Meinung über den Regen, welche ich jetzt unter dieser Gestalt abhandeln will.

Sechster Abschnitt.

Von der Natur der Wolken.

§. 606.

Die Wolken haben mir, wie dem Herrn von Saussure, aus kleinen hohlen Kügelchen zusammengesetzt zu seyn geschienen, und daher habe ich seine Ausdrücke von bläschenförmigen Dünsten oder Bläschen, als eben so bequem wie genau, angenommen. Die Theilchen der Wolken schwimmen in der Luft wie Seifenblasen, erheben und senken sich, bis sie in eine Schichte kommen, wo sie mit der Luft im Gleichgewichte sind, und alsdann bleiben sie hier so lange schweben, als sie denselben Zustand behalten. Wegen der Natur selbst dieses Schwebens der wässerigen Bläschen verändern sie nichts in dem Drucke, welchen die Schichten die sie enthalten, entweder auf sich selbst oder auf die untern Schichten ausüben. Dieß habe ich in meinem Werke über die Modifikationen der Atmosphäre angemerkt, wo ich mehrere Beyspiele von diesem Gleichgewicht und besonders (§. 672.) diejenige von meinem Barometer Beobachtungen anführte, welche den 1sten October 1758 auf dem Gebirge von Saleve über, unten und mitten in einer Nebel- oder Wolken Schichte von 1400′ Dicke angestellt sind, welche Beobachtungen die Höhen der Oerter, als ob die Luft rein gewesen wäre, angaben. Ich nannte seitdem die sichtbaren Dünste, vom Feuer aufgeblasene kleine Wasser-

ferkugeln; weil sie, indem sie die Körper befeuchten, ihnen zu gleicher Zeit Wärme mittheilen. Ich gab davon (§. 694.) zum Beweise ein Phänomen; das ich den 30. May 1756 auf einem steilen Felsen beobachtete, welcher mein höchster Standpunkt auf dem Gebirge von Saleve war. Die Luft war sehr heiter und mein Thermometer mit isolirter Kugel, in freier Luft in der Sonne aufgehängt, zeigte $+ 4\frac{2}{3}$ meiner gewöhnlichen Skale. Ich sahe eine kleine Wolke in der Luft unter mir sich bilden, sie nahm einige Zeit zu, erhob sich, umgab mich und verbarg mir gänzlich die Sonne und Ebne. Ich beobachtete mein Thermometer; es war befeuchtet, so wie der Strauch an dem es hing und stieg zu $+ 5\frac{1}{2}$. Die Wolke fuhr fort sich zu heben, stieg über mich und die Sonne erschien wieder; obgleich aber ihre Strahlen also aufs neue auf die Kugel meines Thermometers fielen, so sank es zu $+ 4\frac{2}{3}$, welches noch einige Zeit hindurch die Temperatur der Luft war.

§. 607.

Diese Wolke ist eine von denen die mir das meiste Licht gaben; weil ihr Annähern, wie ein Ballon der sich in der reinsten Luft erhebt, mir Zeit ließ, auf alles was meine Aufmerksamkeit heften konnte zu denken. Als sie mich eben erreichen wollte, stellte ich mich so, daß die Sonne hinter mir war, Gesträuche gaben mir zu gleicher Zeit einen dunkeln Grund, auf welchem ich den Rand der Wolke hinziehen sahe, sowohl als sie mich einhüllte als da sie vor mir vorbeystrich: sie war sehr sichtbar aus abgesonderten Theilchen zusammengesetzt und hob sich nur, weil jedes davon aufstieg. Das Steigen dieser leichten Körper war schief, wegen der horizontalen Bewegung der Luft durch einen schwachen Nordwind; und so strich ihr ganzer Haufen, der sich mitten in der Luft 3 bis 400' unter

ter

ter mir bildete, über den Felsen wo ich mich befand. Es bildeten sich zu gleicher Zeit verschiedene andre kleine Wolken, die jener ähnlich waren und eben so hoch, etwa 2400′ über der Ebne standen: sie erhoben sich auch alle merklich zu einerley Höhe und zerstreuten sich hier. Ich habe sehr oft dasselbe Phänomen gesehen, und diesen Fall nur entwickelt, wegen der Bemerkungen, die sich auf die Natur der Wolken selbst beziehen, wovon ich bald ein andres Beyspiel geben werde.

§. 608.

Ich verlange nicht auf eine genaue Art die Bildung dieser wässerigten Bläschen zu erklären, woraus die Wolken, wie jeder Nebel, zusammengesetzt zu seyn scheinen; ich glaube inzwischen, daß man sich davon einen Begriff machen könne. Die eigentlich sogenannten Dünste, das unmittelbare Produkt der Ausdünstung, haben ein Maximum bey jeder Temperatur, welches sie nicht übersteigen können, ohne daß sich ein Theil davon bald zerstöre. Ich habe dies Phänomen durch den Hang der Theilchen des Wassers sich unter einander zu vereinigen, erklärt; welcher Hang, wenn sie auf eine gewisse Nähe kommen (die durch die wirkliche Menge des Feuers bestimmt ist) denjenigen übersteigt mit ihm vereinigt zu bleiben. Wir sehen durch die Erfahrung, daß in allen Fällen, wo diese Zerstörung der Dünste einen Nebel hervorbringt, es geschieht, weil sie schleunig ihr Maximum überschritten haben; welches ein wesentlicher Umstand zur Bildung der Wolken ist. Folglich suchen alsdann, viele Theilchen des Wassers sich in jedem kleinen Raume zu vereinigen, und das Feuer, welches frey wird, verbindet sich mit dem übrigbleibenden Theilchen der Dünste. Wäre es also wohl thörigt zu denken, daß die Wassertheilchen eines gewissen kleinen Raums sich in

hohle Kugeln gruppiren; oder sie durch die elastischen Dünste, welche fortfahren unter ihnen zu existiren und durch eine gewisse Menge von Feuer das mit ihnen in diese Hülle eingeschlossen bleibt, genöthigt werden, diese Form anzunehmen?

§. 609.

Das Bestreben der Theilchen des Wassers sich zu vereinigen, worauf diese Erklärung gegründet ist, ist nicht mit derjenigen von gleicher Natur, woraus das Gefrieren des Wassers entspringt. Bey diesem sind es nicht mehr die Theilchen eines Liquidums, die sich gruppiren; das Wasser hat das zu seinem Flüssigseyn wesentliche latente Feuer verloren. Inzwischen wird diese Umwandlung in den Theilchen des Wassers (welche wesentlich ihre Natur verändert) obgleich sie von dem Verluste des latenten Feuers abhängt, nicht allein durch eine gewisse Abnahme der Wärme bestimmt; sie hängt vielmehr von einem Umstande ab, der nicht genau bekannt ist. Ich habe schon in meinem Werke über die Modifikation der Atmosphäre einiger Beobachtungen erwähnt, die ich in dieser Rücksicht im Winter 1754. bis 1755. angestellt hatte; folgende sehr merkwürdige, machte ich aber einige Zeit nachher. Da ich bey meinen Versuchen über den Gang der Wasserthermometer am Gefrieren, verschiedene verlor, deren Kugel im Augenblicke, da das Wasser gefror, zersprang; so fiel mir ein, daß, wenn man das Wasser von aller seiner Luft reinigen könnte, sein Volumen beym Gefrieren weniger zunehmen würde, und die Kugeln unversehrt blieben. Ich brauchte also alle Mittel, die ich beschrieben habe, um das Wasser von Luft in einem Thermometer zu reinigen, das ich darauf mehrere Tage außerhalb meinem Fenster einer Temperatur aussetzte, wo das Queckſilberthermometer oft bis — 8°

fiel. Die Kugel des erstern zersprang ohngeachtet der Kälte nicht und blieb vollkommen durchsichtig. Ich habe schon von diesem Phänomen im ersten Theile (§. 207.) geredet, aber folgenden Umstand dabey nicht angeführt. Es schien mir nicht unmöglich, daß dieses so gut von Luft gereinigte Wasser, sich nicht in ein eben so durchsichtiges Eis verwandelt hätte, und das vielleicht eben so schwer war: und da ich kein andres Mittel sahe, meine Vermuthung zu bestätigen, als die Kugel zu zerbrechen, so entschloß ich mich dazu. Daher stellte ich zuerst eine porzellanene Schaale aus meinem Fenster, und ließ sie hier die Temperatur der Luft annehmen, welche damals — 8° war; hernach legte ich die Kugel des Wasserthermometers in diese Schaale und zerschlug sie mit einem Hammer. Das Wasser war hier völlig flüssig; es gefror aber sogleich und bedeckte den Boden der Schaale mit schönen Zweigen, die sich mit einem kleinen Geräusch zu bilden schienen. Es giebt also außer dem Erkalten, als Fundamentalursache, einen besondern Umstand, welcher den Hang der Theilchen des Wassers einen festen Körper zu bilden, indem sie ihr latentes Feuer verlieren, mehr oder minder wirksam macht. D. Blagden hat über diesen Gegenstand viele Versuche angestellt, und sie in seiner in vielem Betracht sehr wichtigen Abhandlung über die Geschichte des Gefrierens des Queckſilbers (Philos. Transf. von 1784.) erzählt; nach denen man unter diese äußern Umstände, welche die Bildung des Eises befördern, Theilchen einer fremden Substanz in das Wasser zerstreuet, das Berühren des Eises oder eines kältern Körpers als dasselbe, rechnen kann. Aber diese Umstände sind, wie D. Blagden selbst anmerkt, nicht hinreichend, um eine vollständige Theorie von dem, was das Gefrieren des Wassers bestimmt, zu entwerfen.

§. 610.

§. 610.

Man wird es also nicht als eine Annahme ohne Grund ansehen müssen, daß Bläschen eines flüssigen Wassers sich bilden und existiren können, selbst alsdann, wenn die Temperatur der Luft beym Gefrieren ist: weil wir sehen, daß außer dem Erkalten ein bestimmender Umstand nöthig sey, damit sich das Eis bilde. Dadurch sehen wir Nebel und Wolken, zu Zeiten, wo das Thermometer unter dem Punkte des schmelzenden Eises ist, und wo folglich das Eis sich bilden kann. Inzwischen ist es weder bey Nebeln noch bey Wolken sehr kalt; weil die Ursache, welche es auch sey, so die Dünste jenseits ihrem Maximum hervorbringt, auch Wärme verbreitet. Die wässerigen Bläschen gefrieren nie, ohne ihren Zustand zu verändern; wann aber die Temperatur der Luft unter dem schmelzenden Eise ist, und sie sich zerstören, so gefrieren sie. Geschieht dies mitten in den Wolken selbst, so entsteht daraus Schnee; dessen Dauer wie beym Regen, einen fortgesetzten Ueberfluß an Bläschen, zur Ursache hat, der sie ohne Aufhören einen gewissen Grad der Nähe überschreiten läßt. Alsdann gruppiren sich die zerstörten Bläschen in Schneeflocken, durch eine Krystallisation von besonderer Art, welche die Sublimationen charakterisirt, d. h. die Präcipitationen der durchs Feuer aufgelösten Substanzen. Diese Krystallisation kann in der Luft Statt haben, durch eine gewisse Weise der verschiedenen Arten von Theilchen, welche das Feuer verläßt, sich zu gruppiren. Wenn der Ueberfluß der wässerigten Bläschen nicht groß genung ist, daß sie sich durch zu große Nähe zerstören können; so können sie sich zerstören und gefrieren, durch Ursachen von derselben Gattung, welche die Sublimationen an den Seiten der Oefen und andrer Recipienten bestimmen, oder welche das Gefrieren in

einem

einem hinlänglich erkalteten Wasser veranlassen, nämlich durch das Berühren gewisser kälterer Körper. Alsdann bildet sich Reif oder Glatteis, nach den mehr oder weniger bekannten Umständen. Der Reif hat Statt, durch die gewöhnlichen Nebel, wenn das Thermometer unter dem untern fixen Punkte ist; wenn zu gleicher Zeit die Körper hinlänglich erkaltet sind, um das Feuer, welches die ersten Bläschen, die sich bey ihrer Berührung zersetzen, verläßt, schnell zu verschlucken. Was das Glatteis betrift; so giebt es zwey Arten, wovon eine sich auf sehr erkalteten Körpern bildet, wenn sich eine plötzliche Veränderung in der Luft ereignet, die sie zugleich feuchter und wärmer als diese Körper macht: alsdann gefrieren hier die durch Zersetzung bey ihrer Berührung zuerst in Wasser verwandelten Dünste und bedecken sie mit einer Eisrinde. Es giebt aber eine andre Gattung von Glatteis, die sich unter Umständen bildet, wo Reif entstehen sollte und daher beschrieben zu werden verdient.

§. 611.

Ich habe in einer Abhandlung, die in den philos. Transf. von 1777 gedruckt ist, eines Phänomens von dieser Gattung erwähnt, das ich den 25sten October 1776 auf dem Brocken, der höchsten Spitze des Harzes, beobachtete, wo ich mich damals mit dem Herrn von Reden befand. Wir waren in den Wolken und ihre Bewegung war durch die Bewegung ihrer Kügelchen dem Auge selbst merklich. Es war hinlänglich einen braunen Grund in einiger Entfernung zu haben, um diese sehr genau zu sehen: sie giengen horizontal fort, überall wo der Luftstrom frey war; wenn aber eine Oberfläche den Wind reflektirte nach oben oder nach unten, so stiegen oder fielen sie mit ihm. Man konnte nicht daran zweifeln, ob diese Kügelchen hohl waren; denn die Größe von einigen war

den Tröpfchen gewisser kleiner Regen gleich und diese folgten indessen, so wie die kleinern allen Bewegungen der Luft: welches Herr von Saussure auf eine eben so ausdrückende als wahre Art beschreibt. Die Temperatur war nur bey — 0°4 meiner gewöhnlichen Skale und dennoch waren alle Körper mit Eise bedeckt, unter der Gestalt des Glatteises wovon ich rede, welches in Blättern besteht, die einem Messer gleichen und mit der dicken Seite an dünne Baumzweige und Grashalme befestiget waren. Die Rohrgesträuche glichen Gebüschen von Glasplatten; unsre Haare waren damit bedeckt, (welches für unsre Ohren gleichsam Schellen abgab) und es bildeten sich dergleichen an allen einzelnen Haaren unsrer Ueberröcke. Das Hygrometer, welches ich damahls hatte und aus verschiedenen Streifen von Elfenbein zusammengesetzt war, kam, in freyer Luft aufgehangen, bald zu der äußersten Feuchtheit, indem es sich mit einer Eisrinde überzog, die sich, an dem Rande seiner in die Richtung des Windes gestellten Streifen, in eine hervorspringende Fläche ausdehnte. Ich habe andremal diese Art von Glatteis in den Wolken auf den Gebirgen gesehen und unter andern an dem Ende eines Tannenwaldes, dessen Zweige damit so sehr belastet waren, daß mehrere durch das Gewicht abgerissen wurden. Warum bildet sich aber kein Reif, statt dieses Glatteises? Von folgenden Umständen hängt vielleicht der Unterschied dieser Phänomene ab. Erstlich sind die Bläschen überhaupt weit größer in diesen Wolken, als in den bloßen Nebeln, wo das Auge sie selten unterscheidet, wenn man nicht ein Vergrösserungsglas gebraucht, wie Herr von Saussure gethan hat. Hernach scheint es mir, daß der Reif sich nur bey einer größern Kälte bilde, als ich beym Glatteise bemerkt habe, und vielleicht rührt von einem plötzlichen Gefrieren die Gattung von Krystallisation des erstern her. Dies

könnte

könnte man aus den schönen astförmigen Sternen vermuthen, welche zuweilen bey strenger Kälte aus der Luft fallen und wo die Krystallisation des Wassers noch deutlicher ist, als beym Reife. Wenn aber die Kälte kaum zum Gefrieren hinreicht und jedes Bläschen eine merkliche Menge Feuer und Wasser enthält, so befeuchtet ihr Zerstören anfangs den Körper der dem Eise zur ersten Basis dient, hernach das Eis selbst wo die Krystallisation undeutlich wird, wie bey jedem aus Wasser gebildeten Eise, welches gänzlich gefriert. Endlich dehnt sich das Glatteis, wovon ich rede, welches nur beym Winde Statt hat, in Blätter aus, durch denselben Umstand, d. h. wegen der kleinen Windstille hinter den Körperchen, wo es sich bildet und welche daher den Bläschen erlaubt, hier einige Zeit zu verbleiben.

§. 612.

Die Wolken sind also immer aus Bläschen, welche aus flüssigem Wasser gebildet sind, zusammengesetzt, bey welcher Temperatur man sie auch beobachte, welche niemals viel unter der ersten Gränze des Gefrierens ist. Hiebey will ich nur die einzige Bemerkung machen: wenn das Wasser der sich zerstörenden Dünste sich in kleine Massen sammeln könnte; so ist außer Zweifel, daß, durch den wechselseitigen Hang seiner Theilchen sich zu vereinigen, diese Massen die Gestalt solider Kügelchen annehmen würden. Und weil sie durch denselben Hang sich des Feuers in jedem kleinen Raume, wo die Dünste zu häufig sind, entledigen, warum sollten sie sich nicht in hohle Kügelchen um die kleinen Gruppen von Dünsten und von Feuer herum sammlen, die sich ihrer Vereinigung in Massen widersetzen? Ich sehe nicht was dies hindern könnte, und ich bin um so mehr geneigt diesen Mechanismus anzunehmen, da die Existenz der Bläschen als Bestand-

standtheile der Wolken mir nicht zweifelhaft zu seyn scheint. Ich will noch zusetzen (als einen Umstand, welcher sich diese Bläschen zu denken erleichtern wird) daß ihre Dauer sehr kurz sey; so daß, ob gleich ihr Haufen den Anschein, immer derselbe zu seyn, einige Zeit behalten könne, er es in der That nicht ist: die Bläschen entstehen und vergehen, wie es den Funken in den glänzenden Wolken geht, die man über glühenden Kohlen bildet, wenn man sie anschürt. Dies werde ich bald erklären. Wie es aber auch mit der Bildung der sichtbaren Kügelchen der Wolken beschaffen sey (die ich feine wässerige Bläschen nennen will, weil ich dies für ihre Natur halte); so wird das, was ich davon in der Folge sagen werde, auf jedes wässrige Körperchen anwendbar seyn, das durch irgend eine Ursache oder unter irgend einer Form den, in diesem Abschnitt dargelegten, Phänomenen entsprechen wird.

Siebenter Abschnitt.

Von der Dauer der Wolken.

§. 613.

Ich habe bereits als einen aus der Erfahrung gezogenen Grundsatz festgesetzt, daß jedesmal da sich ein Nebel aus einer uns bekannten Ursache bildet, wir zu gleicher Zeit gewiß sind, daß die Dünste von denen er herrührt, hier schleunig ihr Maximum überschreiten. Dem will ich, immer den Versuchen gemäß, zusetzen; daß ein Nebel nur so lange dauert, als neue Dünste fortfahren in ihn zu steigen. Und da ich bey Prüfung der Phänomene der Wolken von diesen beyden Grundsätzen ausgehen werde, so muß ich zuerst zeigen, daß sie auf Erfahrung gegründet sind. Die vorzüglichsten Fälle wo

die

die Ursache eines Nebels uns unmittelbar bekannt ist, sind: das Kochen des Wassers in freyer Luft bey jeder Temperatur; die Ausdünstung und das Athmen der Thiere im Winter: die Ausdünstung warmer Wasser in derselben Jahrszeit; die Seenebel (Brumes) die sich zuweilen zu gleicher Zeit mit dem Thau bilden, und die eigentlich so genannten Nebel, welche besonders im Herbst Statt haben. In allen diesen Fällen, sage ich, wissen wir gerade zu, daß die hervorgebrachten Dünste in zu großem Ueberflusse für die Temperatur der benachbarten Luft vorhanden sind; welches die schleunige Zerstörung von einem Theile derselben bewirkt, die in den vom Nebel eingenommenen Raum kommen. Ferner nimmt in allen diesen Fällen der Nebel nur einen gewissen Raum ein, der beynahe beständig ist, so lange die Umstände dieselben bleiben. Endlich sehen wir immer, daß dieser Nebel sich zerstreut, sobald die Ursache welche die Dünste erzeugt, aufhört davon, über das auf die Temperatur der Luft sich beziehende Maximum, herzugeben. Es ist also für erst klar, daß die Bläschen sich durch eine plötzliche Zersetzung der überflüssigen Dünste bilden: eben so deutlich ist es, daß diese Bläschen nur eine kurze Zeit dauern; weil ohngeachtet der Dauer der Ursache die sie hervorbringt, sie sich nicht über einen gewissen Raum erstrecken, welcher durch die Umstände bestimmt ist; und daher endlich zerstreuen sich alle diese Bläschen sobald diese Ursache aufhört.

§. 614.

Es scheint mir also, daß man nach den unmittelbaren Folgen aus diesen Thatsachen, folgende Theorie entwerfen könne: 1) Es bilden sich nur Bläschen in den Fällen, wenn Dünste schleunig ihr Maximum überschreiten. 2) Diese Bläschen sind wirkliches Wasser, das

der Verdünstung wie jedes andre Wasser unterworfen ist und in der That immer verdünstet, sobald die umgebende Luft nicht in der äußersten Feuchtheit ist. 3) Der Raum, den ein Nebel oder eine Wolke einnimmt, wird durch diesen letzten Umstand bestimmt: denn die Bläschen existiren nur in dem Raum, wo jegliche Quelle der Dünste, nachdem sie anfangs die äußerste Feuchtheit hervorgebracht, noch überflüssige Dünste verbreitet: so daß über diesen Raum hinaus die Bläschen verdünsten. 4) Endlich wird diese Verdünstung ganz oder zum Theil, durch das was die Ausdehnung des Nebels aufhält, verhindert, weil die Ursache der Dünste sie zu schleunig hergiebt, als daß die Bläschen sich in der Luft verbreiten könnten, ehe sie einander zu nahe sind. Alsdann zerstört sich ein Theil davon, durch ihre Berührung in dem Nebel selbst, und es folgt daraus eine Destillation des Wassers. Hieraus will ich jetzt diesen Schluß ziehen, daß, wenn sich eine Wolke durch irgend eine Ursache in der Luft bildet, sie hier nur durch die Dauer einer Erzeugung von wässrigen Dünsten an demselben Orte verbleiben könne. Der Raum also, den eine Wolke einnimmt, ist ein Zeichen entweder von der Größe der Ursache, welche die Dünste hervorbringt, oder von ihrer Intensität an irgend einem Theile dieses Raums; die äußerste Feuchtheit befindet sich nur sehr wenig jenseits; und sobald die Ursache, welche die Dünste erzeugt, aufhört, zerstreut sich die Wolke.

§. 615.

Wir sehen Wolken von unsrer Kindheit an und wundern uns also darüber nicht; denn es giebt fast keinen bewundernswürdigern Gegenstand in der Natur. Dies Phänomen setzt eben so wenig diejenigen in Erstaunen, welche die Gesetze der Hygrologie nur wenig erschöpft haben;

haben; weil sie es durch trügliche Wahrnehmungen erklärten: wenn man aber alle Umstände die es begleiten, genau erwägt, so wird man auf den Gedanken gebracht, daß, wenn die Gesetze der Hygrologie uns zu etwas in diesem Studium nützen, es darin besteht, uns an die Gränzen der bekannten Ursachen zu führen und uns zu lehren hier stehen zu bleiben. Die Wolken sind nur Nebel, denjenigen sehr ähnlich, welche man in den Ebnen findet, wie alle wissen, welche die Berge besucht haben; und sie können auch bemerkt haben, daß, wenn die Wolken in der Luft zerstreuet sind, die Schichten wo sie zusammen treffen, nicht in der äußersten Feuchtheit sind. Ich habe wie Herr Condamine, meinen Schatten und den Schatten eines Felsens auf dem ich mich befand, auf einer von der Sonne erleuchteten Wolke abgebildet gesehen, die unter mir in einer Schichte schwebte, wo, bis auf eine große Weite, viele ähnliche waren. Die Luft war sehr heiter und es fand sich nicht das geringste Zeichen von außerordentlicher Feuchtheit. Wie erhalten sich also dergleichen Wolken, wie vergrößern sie sich so gar oft vor unsern Augen? Warum verdünsten sie nicht? Oder vielmehr (denn dies ist die wahre Beschaffenheit der Frage) warum zerstreuen sie sich nicht, indem sie unaufhörlich verdünsten?

§. 616.

Seitdem meine Ideen über die Ursachen des Regens sich verändert haben, habe ich oft meine Aufmerksamkeit auf die Wolken gerichtet und sehr deutlich gesehen, daß sie verdunsten, selbst dann, wenn sie sich vergrößern. Wenn man die Augen auf ihren zerschnittenen Rand wendet, der, wenn er das Blaue des Himmels zum Grunde hat, tausend besondre Figuren darstellt, so kann

diejenige, welche die Einbildungskraft ihnen alsdann giebt, bey der Untersuchung, wovon ich rede, helfen, indem sie ihre Veränderungen auffallender macht. Es geschieht oft, daß der Theil, auf welchen man seine Aufmerksamkeit richtet, sich, an dem Orte selbst wo man ihn zu beobachten anfieng, zerstreut: oft auch sieht man ihn sich ausdehnen, ohne daß die gesammte Wolke sich bewege, und sie zerstreut sich während dieser Ausdehnung nicht weniger. Bisweilen sieht man, unterdessen sich ein Zweig der Wolke zerstreut, andre sich bilden, sich ausdehnen und selbst neue Zweige hervorbringen; wodurch die Wolke größer wird: ein andermal nimmt sie ab, und alsdann verdunsten alle ihre Zweige allmählich und sie erhält nur neue, weil sie sich zerstückt: man bemerkt zu gleicher Zeit, daß sie kleiner wird und sie verschwindet endlich ganz. Indem ich diese Metamorphosen derselben Wolke beobachte, stellt sie mir nichts so genau vor, als die Idee eines unsichtbaren Kessels, der in der Luft aufgehängt ist, und in dem das Wasser mit Heftigkeit kochte; und dieses Bild ist zu sehr das Emblem von dem, was man alsdann beobachtet, als daß nicht einige Analogie in den Ursachen Statt haben sollte, d. h. einige Metamorphose in der Substanz. Dies hat mich auf den Gedanken gebracht, daß in der That in der Luft eine allgemeine Quelle von Dünsten sey, welche sie bey gewissen Umständen hergiebt; daß diese Dünste, an dem Orte selbst wo sich eine Wolke bildet, erzeugt sind; daß durch die Dauer dieser Erzeugung von Dünsten die Wolken sich erhalten, sogar vergrößern, obgleich sie rund herum verdunsten; und daß wenn sie sich zerstreuen es geschieht, weil ihre Ausdünstung nicht mehr durch Bildung neuer Dünste ersetzt wird.

§. 617.

§. 617.

Ich könnte viele besondre Fälle anführen, wo die Phänomene der angeführten Klasse mit auffallenden Umständen begleitet waren; ich will mich aber auf zwey einschränken, wovon das erste eine unmittelbare Beziehung auf dasjenige hat, was ich im allgemeinen ausgedrückt habe. Dies Phänomen ist mir von meinem Bruder, zur Bestätigung meiner Ideen über die Quelle der Wolken, mitgetheilt; seine Beobachtung ist folgende: „Ich war eines Tages an meinem Fenster (schrieb er mir) und bemerkte eine Wolke, deren Ende sich von Süd-West nach Nord-Ost verlängerte, unterdessen das entgegengesetzte Ende seine Stelle nicht zu verändern schien; dies setzte mich in Verwunderung, und ich heftete meine Aufmerksamkeit auf das unbewegliche Ende und sahe hier eine eben so angenehme als lehrreiche Erzeugung. Sehr kleine Wolken bildeten sich hier unaufhörlich, vergrößerten und verbanden sich mit der großen Wolke, welche dadurch ihre fortschreitende Bewegung zu erhalten schien. Die kleinen entstehenden Kugeln zeigten sich anfangs isolirt in der reinsten Luft, hernach begaben sie sich zu der Wolke und folgten so schnell auf einander, daß ich Mühe hatte ihnen mit dem Auge zu folgen. Ich sahe das Ende des Phänomens nicht, weil mein Gesicht dadurch so ermüdet ward, daß ich aufhören mußte, es zu betrachten.“ Was dieses Phänomen merkwürdig macht, ist bloß, daß, durch eine gewisse Zusammenkunft von Umständen, die Quelle der Dünste von der Wolke abgesondert blieb, anstatt daß sie gewöhnlich in ihr verhüllt ist. Das passendste Bild dieses besondern Falles, wäre eine Kanone, welche in einem Luftstrome aufeinander folgende Schüsse thäte: und ich habe auch hier keinen Zweifel (wie bey dem vorigen Bilde) daß diese Analogie zwischen den verglichenen Phänomenen Statt habe, daß die Dünste

hier hervorgebracht sind, durch das, was den Augenblick zuvor nicht Dunst war. Zwar macht die Unbeweglichkeit der Quelle der Wolke im letztern Falle einige Verwirrung; dies konnte aber nur eine relative Unbeweglichkeit seyn; d. h. die Wolke rückte mehr durch ihren Hintertheil als durch den Vordertheil vor, weil sie sich verlängerte. Ueberdieß aber betrift diese Schwierigkeit die Ursache der Wolken selbst, die ich nicht entdeckt zu haben verlange: ich will hier nur das Faktum festsetzen, nämlich: daß sich hier wässerigte Dünste bildeten und in solchem Ueberflusse, daß daraus eine Wolke entstand; welche sicherlich rund umher verdunstete, wie es jeder in heiterer Luft schwebenden Wolke begegnet.

§. 618.

Ich habe oft und noch näher Phänomene von derselben Klasse beobachtet; ich will mich aber hier auf eine einzige dieser Beobachtungen einschränken, welche hinreichen wird, um einen deutlichen Begriff von dem Phänomen zu geben. Als ich in die Gebirge von Neufchatel im Monath May 1782. reisete, befand ich mich eines Morgens, da ich zur Seite von Neufchatel gieng, in einer Verengerung des Thals von Motier-Travers, das la Clüsette heist. Jenseits des engen Weges öfnen sich die Gebirge und vorzüglich, weil das zur Rechten eine große Aushöhlung als Amphitheater hat; es heist *Creux du vent*. Die Sonne war seit einigen Stunden aufgegangen und die Luft sehr heiter, bis auf einige Wolken, die in derselben Höhe längst den Gebirgen erschienen. Da ich mich der Clüsette näherte, sahe ich oben über dem engen Wege eine Wolke in Bewegung, welche das Thal wieder hinaufzusteigen suchte, und wo sie jedoch nicht vorrückte, weil alles, was einen gewissen Theil des Gebirges überstieg, sich fast im Augenblicke zerstreute. Als

ich durch Clüsette gekommen war, entdeckte ich die Quelle dieser Wolke in dem Creux du vent, welche einem Kessel glich, in dem das Wasser mit der größten Heftigkeit kochte. Die Wolke nahm die ganze Höhe der Bucht ein, längst den schroffen Felsen die sie begränzen; und ohne daß weder ihre Ausdehnung noch Dicke, welche sehr groß waren, abnahmen, strömte sie immer in das Thal hinein: aber alles was auf diese Art aus dem mit Felsen umgebenen Raum herausgieng, war in einem Augenblicke zerstreut. Ich beobachtete diesen Gang mehr als eine Stunde, ohne hier eine merkliche Veränderung zu sehen. Die Bewegungen der in sich selbst stagnirenden Masse, waren von derselben Natur, wie die eines, durch eine in kalter Luft kochenden großen Wassermasse erzeugten Nebels. Es war aber damals nicht kalt, und die Wärme nahm sogar zu. Es war also nicht möglich, daß diese Wolke sich aus dem unmittelbaren Produkte der Ausdünstung bildete.

§. 619.

Es wäre unnütz mehrere Beyspiele aus dieser Klasse von Phänomenen anzuführen: denn es wird hinreichen, daß man seine Aufmerksamkeit auf die Wolken hefte, sie mögen frey oder um Gebirge seyn, um hier die Symptome, wovon ich eben gehandelt, zu entdecken; und ich zweifle nicht, daß, wenn man diese Thatsachen mit dem, was die Theorie sagt, verbindet, man sich überzeuge; daß jegliche Wolke, die eine gewisse Dauer als ein besondres Individuum hat, sie nur einer Erzeugung von Dünsten verdanke, die sich in ihrem Schooße selbst beständig erneuert, und daß sie also eben so wenig, zwey Augenblicke dieselbe Wolke sey, als diejenige, welche sich über dem kochenden Wasser bildet.

Achter Abschnitt.

Von der Bildung des Regens in den Wolken.

§. 620.

Die Wolken, welche Regen verbreiten, sind von den bisher betrachteten nur darinn verschieden, daß die Ursache, welche ihnen Dünste verschaft, es in solchem Uebermaaße thut, daß die gebildeten Bläschen, da sie sich weder schnell genung ausdehnen noch verdünsten können, sich häufig im Schooße der Wolken selbst berühren, wodurch ein Theil davon zerstört wird. Alle Bläschen, welche sich also berühren, vereinigen sich, und es bilden sich allmählich ziemlich große Blasen, so daß der Hang ihrer Wasserhülle zum Fallen ein merkliches Verhältniß hat, mit dem Hange ihrer Theilchen verbunden zu bleiben. Alsdann fliest also um diese Hüllen herum Wasser ab; wodurch ihr oberer Theil sich verdünnt und das inwendige ausdehnbare Fluidum sie durchdringt und entweicht. So zerstören sich die Seifenblasen, welche wir in die Luft steigen lassen, indem wir sie durch die heiße und dunstige Luft der Lungen aufblasen. Zuweilen fallen diese Blasen durch das Erkalten der Luft und der Dünste die sie enthalten, zurück, aber oft zerstören sie sich auch im Schweben, durch das Herunterfließen ihres Wassers. Ihre Verdünnung läßt sie sodann mit den lebhaftesten Farben glänzen; von welchem Zeichen ihrer nahen Zerstörung man eine Ursache an dem Wassertropfen sieht, der sich an ihrem untern Theile bildet. Auf diese Art, sage ich, zerstören sich die Bläschen der Wolken: sie vereinigen sich zuerst, wie man auch die kleinen auf der Oberfläche des Seifenwassers erzeugten Blasen sich vereinigen sieht; und wenn sie dann zu einer gewissen Größe gekommen sind, platzen sie und bilden kleine Tröpfchen, welche zu fallen anfangen:

diese treffen unterweges andre Bläschen an, welche sie zerstören, indem sie sich ihres Wassers bemächtigen, oder welche sie bloß überladen; und diese letzten sinken durch Vermehrung ihres Gewichts unter die Masse der Wolken, während daß das Hinzuthun andrer Bläschen, oder das Antreffen größerer Tropfen sie zerstört. Von diesen überladenen Bläschen, rühren die hängenden Franzen ab, welche man zuweilen unter den Wolken gegen den Horizont zu sieht. Die Erfahrung hat gelehrt, daß es alsdann unter diesen Wolken regne, obgleich diese Franzen nicht der Regen selbst sind, sondern nur Bläschen, welche durch Vermehrung ihres Gewichts fallen. Die Tropfen zerstören diese Bläschen immer mehr und mehr; daher jene Franzen sich in der Luft selbst in Spitzen endigen, oder immer dünner werden: so daß sie gewöhnlich die Erde nicht berühren, weil unter ihnen keine Tropfen mehr sind.

§. 621.

Man nennt gewöhnlich die Phänomene dieser letzten Klasse Regensäulen, und in der That kann man diese Franzen nur dann gewahr werden, wenn der Regen sich in irgend einem besondern Theile der Wolken bildet, oder selbst in einer einzigen Wolke. Diese Säulen nun charakterisiren sehr stark die Natur ihrer Ursache, (so wie diejenige eines jeden Regens) wenn man die Menge des Wassers bedenkt, welche eine von diesen dicken schwarzen mit Franzen versehenen Wolken auf ihrem Wege verbreiten kann, ohne etwas von ihrer Dunkelheit zu verlieren. Es scheint mir, sage ich, daß man dies Phänomen nur durch diese allgemeine Idee erklären kann; daß die Wolken in sich selbst die Quelle der Dünste haben, welche sie hervorbringen, und daß sie sich, ohngeachtet der Menge Wassers, die sie absetzen, nur durch die Dauer

der

der Bildung der Dünste erhalten. Eine solche oft isolirte Wolke verbreitet Regen, weil ihre Oberfläche zu wenig Verhältniß mit ihrer Masse hat, als daß die auswendige Verdünstung die Bildung der Dünste in ihrem Schooße ersetze; und sie wird um so dunkler, mit Franzen versehener und regnigter, je schleuniger sich hier die Dünste bilden. Der Regen hört also unter ihr auf, und sie zerstreut sich, sobald die Quelle Dünste herzugeben aufhört.

§. 622.

Die anhaltendsten Regen kommen von Wolkenschichten, welche den ganzen Himmel bedecken, und sind diejenigen bey denen das Barometer am meisten fällt. Alsdann umfaßt die Ursache der Dünste eine ganze Luftschichte in einer großen Strecke; und sehr oft, nachdem das Barometer durch sein Fallen einen solchen Regen angezeigt hat, steigt es in dem Augenblicke da er sich bildet und fährt so lange er anhält, zu steigen fort. Diese Bemerkung hat mein Bruder bey seinen Beobachtungen gemacht: ich erzählte sie, aber nur als ein Faktum, das ich nicht erklären kann; denn es muß nothwendig mit der ursprünglichen Ursache des Regens, die mir unbekannt ist, zusammenhängen. Die Tropfen entstehen in diesen ausgebreiteten Schichten, durch denselben, oben beschriebenen, Mechanismus; und sobald sie sich bilden, fallen die Wolken, entweder durch Vermehrung des Gewichts der Bläschen, welche, ohne sich zu zerstören, Tropfen aufnehmen, oder durch die Bildung neuer Wolken unter der allgemeinen Schichte.

§. 623.

Ich habe oft Regen auf den Gebirgen ausgehalten; und stets auf seine Phänomene aufmerksam, ihn geduldiger

diger ertragen als die meisten Reisenden. Diese Phänomene haben sich meinem Gedächtniß tief eingeprägt; anfangs wegen der Verwirrung, worinn ich mich bey Erklärung des Regens befand; und hernach wegen meiner Zweifel über seine Ursache, wegen Bestätigung derselben, und wegen aller Symptome die meine jetzige Meinung veranlaßt haben. Ich bin zuweilen auf dem Abhange eines Gebirges, sehr wenig unter den Wolken gewesen, welche Regen verbreiteten; wobey ich gegen über ein andres Gebirge hatte, dessen brauner Grund mich sehr deutlich, was sich zwischen ihm und mir in der Luft zutrug, bemerken ließ. Ich sahe alsdann große Kugeln von Nebel sich unter der Wolkenschichte bilden, sich hier nach der Richtung des Windes bewegen, sinken oder erheben, ab- oder zunehmen und verschwinden. Wenn diese Kugeln sich erhielten, vermehrten und also eine niedrigere und dickere Schichte bildeten, so verdoppelte sich der Regen; und alsdann wurde auch die Luft selbst trübe, durch die überladenen Bläschen, welche sich senkten, und ich sahe nur kaum die sichtbarsten Gegenstände des Gebirges gegenüber. Wenn die Luft sich unter der Wolkenschichte aufklärte, wenn die untern Kugeln dünner wurden und sich zerstreuten, so sahe ich auch die allgemeine Wolkenschichte weniger dunkel werden, und der Regen nahm ab oder hörte sogar auf. Zuweilen auch, nach mehrern ähnlichen Abwechselungen, öfnete sich die Schichte selbst, ohne Veränderung in dem Winde oder einem andern sichtbaren Umstande, ich sahe hier und dort das Blaue des Himmels, zwischen den großen Kugeln, welche die übrige Schichte ausmachten; diese Kugeln selbst nahmen sichtbar ab und verschwanden. Ich habe dies Phänomen zu jeder Stunde am Tage beobachtet, und ohne jemals, mit dem geringsten Scheine von Wahrheit, weder Bildung noch Aufhören des Regens mit correspon-

spondirenden Veränderungen in der Wärme verbinden zu können.

§. 624.

Das bisher gesagte scheint mir hinreichend zu seyn, sowohl was die Bildung des Regens in den Wolken und vorzüglich was die ausgedehnten und anhaltenden Regen betrift, welches Phänomen immer verstanden wird, wenn man vom Regen handelt. Ich will also in dieser Rücksicht nur zusetzen, daß das gewöhnliche Verhältniß dieses Phänomens, zu den Verändrungen des Barometers, eben so dunkel wird, als die Ursache des Regens selbst, sobald es gewiß scheint! daß die Dünste woraus er sich bildet, vor Erscheinung der Wolken nicht da waren und daß sie hier nur, während ihrer Existenz und dem Fallen des Regens, nach und nach entstehen. Es ist aber auch wichtig die Aufmerksamkeit auf die Platzregen zu heften und auf die Gewitter die sie zuweilen begleiten; daher will ich von diesen Phänomenen besonders handeln, nachdem ich den Gegenstand der Dünste, unter dem Gesichtspunkt der sich darauf bezieht, noch einmal vorgenommen habe.

Neunter Abschnitt.

Von dem Zustande der wässrigen Dünste in der Atmosphäre.

§. 625.

Ich werde bald Gelegenheit haben, von einer Erklärung zu reden, welche Herr von Saussure von Entstehung der Gewitter giebt; ich muß aber zuvor einige Punkte seiner Theorie die mich verwirren, prüfen. Er sagt §. 286. „Herr de Luc hatte nicht genau die Art bestimmt, wie die Dünste das Volumen der Luft vermeh-

ren;

ren; aber meine Theorie über die Ausdünstung giebt von diesem Phänomen Rechenschaft, indem sie die Bildung der Dünste durch Verwandlung des Wassers in ein elastisches Fluidum erklärt.“ Ich will überhaupt eingestehen, daß meinem Werke über die Modifikation der Atmosphäre schwer zu folgen sey und daß man darinn noch das Tappen verspürt. Aber wegen der Natur der Gegenstände selbst, die ich darinn abhandelte, konnte man nur noch tappend weiter gehen. Ich hatte mich entschlossen (sagte ich am Ende meiner Geschichte dieses Zweiges der Physik) die Bücher wegzulegen und die Natur allein um Rath zu fragen, indem ich ihr, Schritt vor Schritt, so weit sie mich führen wollte, folgte; aber damals als ich schrieb, war ich noch sehr weit vom Ende der Untersuchungen, die sie mir eingab, da ich sogar jetzt noch sehr davon entfernt bin. Herr de la Condamine nöthigte mich zum Schreiben, als ich am meisten mit Versuchen und Beobachtungen beschäftiget war; weil die Gegenstände meiner Untersuchungen zu ausgedehnt wären, als daß ich allein ihnen folgen sollte. Ich fieng also mein Werk 1761 an, ein Theil war schon 1765 gedruckt, indessen wurde es erst 1772 geendigt, weil ich nicht mehr Anhang auf Anhang schreiben wollte. Denn selbst damals arbeitete ich am Hygrometer, das ich bald darauf auf den Gebirgen von Sixt beobachtete und ich habe seitdem nie aufgehört die Hygrologie und Meteorologie vor Augen zu haben.

§. 626.

Es ist also nicht zu verwundern, daß einige Ideen, die ich in diesem ersten Werke vortrug, gewagte Muthmaßungen waren und andre hierin dunkel ausgedrückt sind. Ich empfand überall die Nothwendigkeit eines Hygrometers, um den Einfluß der Dünste auf die

Atmosphäre zu bestimmen; und wenn ich inzwischen Muthmaßungen entwarf, so geschah es, um sie der Erfahrung zu unterwerfen, sobald wir dazu ein Mittel hätten. So war die Dunkelheit der Thatsachen vor meinen Augen beschaffen, als ich mein System über die Natur der Dünste auf die Phänomene des stillstehenden Barometers anwandte; indem ich damals nach der Menge des von den Wolken hergegebenen Wassers nicht zweifelte, daß die Menge der in der Luft verbreiteten Dünste nicht sehr groß sey. Ich erkannte seitdem meinen Irrthum über diesen letzten Punkt und Herr von Saussure hat ihn mit Recht bestritten. Was aber die Theorie der Dünste selbst betrift, so haben sich meine Ideen nicht verändert und es scheint mir, daß sie in meinem Werke schon hinlänglich bestimmt waren. Dies werde ich zeigen, nachdem ich das, was der Theorie des Herrn von Saussure zu mangeln scheint, um von der Art wie die Dünste das Volumen der Luft vermehren Rechenschaft zu geben, vorgelegt habe.

§. 627.

Indem ich die Bildung elastischer Dünste durch die freywillige Ausdünstung zulasse, nimmt sie Herr von Saussure, durch die Luft in der Atmosphäre aufgelöst, an. Diese Hypothese ist sogar auf dem Titel des Kapitels, worin dieser Gegenstand abgehandelt wird, ausgedrückt: von elastischen Dünsten, heist es, und von ihrer Auflösung durch die Luft. Aber man sieht hier nicht wie diese Dünste, obgleich durch die Luft aufgelöst, elastisch bleiben können: welches erklärt werden müste, damit man begreifen könnte, wie sie das Volumen der Luft vermehren. Die Schwierigkeit wird sogar durch verschiedene Umstände dieses Systems noch größer; so findet man z. B. folgendes in der letzten Note

zum

zum §. 194. „Die Nothwendigkeit der Bewegung der Luft zur Auflösung der Dünste, darf nicht hindern, sie als eine wahre chymische Auflösung anzusehen; sie beweist nur eine gewisse Klebrigkeit in der Luft oder dem Dunste, oder daß die Verwandschaft zwischen den Theilen der Luft und der Dünste nicht sehr die Verwandschaft des Zusammenhanges übertrift, welcher die Theile der Luft unter einander, und die Theile der Dünste unter einander verbindet.“ Ich kann keine Verbindung von Theilchen unter sich annehmen, deren Ausdehnbarkeit keine bekannte Gränzen hat; noch begreifen, wie die Körper sich so leicht in der Luft bewegen sollten, wenn sie dieselbe ohne Aufhören zerreissen müssen. Wenn ich mir einen Begriff von dem, was ein solches Fluidum seyn müste, machen soll, so kann ich es nur mit einem Siebe vergleichen, so daß die Luft und die Dünste Siebe von verschiedenen Gattungen wären; und alsdenn begreife ich noch nicht, wie sie einander durchdringen könnten. Herr von Sauſſure fühlte ohne Zweifel diese Schwierigkeit und sagt §. 195: „Es ist klar, daß, wenn die Luft in einem Zustande von vollkommner Stagnation um einen mit Wasser getränkten Körper herum verbliebe; so würden die, diesem Körper, nahe gelegenen Schichten, nachdem sie sich mit seiner Feuchtigkeit gesättiget hätten, aufhören den Körper auszutrocknen, wenn nur nicht seine Wärme groß genug wäre um Wasser kochen zu machen.“ Nichts könnte aber einem seiner eignen Versuche mehr zuwider seyn, wo ein kleines Stück befeuchtetes Leinwand in eine große Kugel gethan, in ihrem ganzen Raume Dünste verbreitete. Denn in diesem Versuche war die Luft sicher um somehr stagnirend, als Herr von Sauſsure sie in derselben Temperatur zu erhalten gesorgt hatte. Wir sehen überdieß, daß die Verdünstung beym stillsten Wetter geschieht, ohne daß das Hygrometer, das Stag-

niren der Dünste in den dem Boden nahen Schichten, anzeige. Die Ausdünstung kann in diesem Betracht mit dem Erkalten verglichen wrrden d. h. bey beyden Phänomenen sind die Wirkungen viel langsamer bey stillem Wetter, weil das Feuer und die Dünste sich alsdann langsamer von den Körpern entfernen; im Gegentheil weit schneller in dem Maaße wie die Luft mehr bewegt oder dünner wird, weil das Feuer und die Dünste williger von den Körpern die sie erzeugen, weggeführt werden. Diese beyden Flüssigkeiten bringen ferner ähnliche Wirkungen in der Luft hervor, wenn sie in dieselbe treten, d. h. sie vermehren ihr Volumen, wenn sie sich ausdehnen können oder die ausdehnende Kraft, wenn sie in gewissen Schranken gehalten werden. Und in diesem Betracht bestätigen die manometrischen Versuche des Herrn von Saussure, mit denen des Herrn Nairne verglichen, die er selbst anführt, vorzüglich mein System über die Dünste; denn obgleich diese letzten Versuche im leeren Raume gemacht waren, und die ersten in der Luft, so war doch die Wirkung der Dünste in ihrem Maximum auf das Manometer dieselbe. Dies scheint mir sehr deutlich zu beweisen, daß die Luft bey der Ausdünstung durchaus nichts zu thun habe; daß sie sogar weder auf die Bestimmung der Menge der Dünste, die in demselben Raume verbleiben können, noch auf den Druck den sie hier ausüben, nicht den im geringsten merklichen Einfluß habe und daß sie folglich immer von ihr unabhängig bleiben, in jedem andern Betracht außer bey ihrer Unterstützung gegen den Druck, der ohne diese sie in der Atmosphäre zerstören würde.

§. 628.

Die besondern Ideen des Herrn von Saussure also, über die Modifikationen welche die Dünste nach ihrer Bildung erleiden, scheinen mir seiner Absicht entgegen zu seyn;

seyn; nämlich von der Art Rechenschaft zu geben, wie sie das Volumen der Luft vermehren: weil man sogar nicht einmal sieht, wie sie in dieselbe kommen können und weil, wenn man sie als hineingekommen annimmt, die Idee von Auflösung die er hier zusetzt, mir wenigstens das sehr zu schwächen scheint, was die eigne Elasticität, die er ihnen durch bloße Hypothese beylegt, verständliches hatte. Aber von dem ersten Schritte an, weiß man nicht, worinn diese Elasticität bestehe, denn Herr von Saussure sagt §. 184. „die nähern Umstände einer solchen Operation der Natur, wodurch ein so dichter und so wenig zusammenzudrückender Körper als das Wasser, in ein so leichtes und mit so großer Elasticität versehenes Fluidum verwandelt wird, sind den Physikern durchaus unbekannt.“ Ich sehe also keinen Grund in dem was er hernach, in dem schon angeführten §. 286. sagt: „daß seine Theorie Rechenschaft von diesem Phänomene gebe, indem sie die Bildung der Dünste durch Verwandlung des Wassers in ein elastisches Fluidum erklärt:“ weil er es nur, durch ihre Voraussetzung und nicht durch ihre Erklärung, in seiner Theorie zuläßt.

§. 629.

Was die Dazukunft des Feuers bey dieser Operation betrift, so setzt Herr von Saussure §. 184. hinzu: „Die Physiker wissen allein, daß das Feuer das unmittelbare Wirkungsmittel und sogar eines von den Ingredienzen dieser Metamorphose sey; sie betrachten den elastischen Dunst des Wassers als ein besondres Mixtum, das durch Verbindung einer gewissen Menge Elementarfeuer und Wassertheilchen hervorgebracht ist.“ Diese Theorie war in der That vom D. Black angegeben, aber nur in Betracht dessen was die Engländer Steam nennen, nämlich des Dampfs des siedenden

Wassers. Denn was die freywillige Ausdünstung betrift, wovon wir hier handeln, so scheint mir; daß die allgemeine Meinung der Physiker sich dahin vereiniget hatte, die Luft und nicht das Feuer als ihr unmittelbares Wirkungsmittel zu betrachten: so daß man hier auf keine andre Wirkung der Wärme Rücksicht nahm, als die Kraft des angenommenen Menstruums zu verstärken. Herr von Saussure hat selbst diese Idee angenommen, indem er sie mit derjenigen verknüpft, die ich in meinem Werke vorgetragen hatte: er sagt §. 191. „Herr le Roy zu Montpellier ist, glaube ich, der erste, welcher diese wichtige Wahrheit bewiesen hat (Mem. de l'acad. des sc. de Paris. 1751). Aber ich glaube nicht mit ihm, daß die Luft das Wasser unmittelbar auflöse, ich glaube sie löst es nur auf, wenn die Kraft des Feuers es in einen elastischen Dunst verwandelt hat." Wahrscheinlich hat er aus denjenigen Versuchen, wo er (nach der von mir behaupteten Theorie) elastische Dünste offenbar durch die Ausdünstung hervorgebracht sahe, die Idee geschöpft, diese Theorie mit der des Herrn le Roy zu verbinden. Aber nach dem, was ich von den Folgen dieser Verbindung gesagt habe, macht sie, anstatt die Erklärung, von der Art wie die Dünste das Volumen der Luft vermehren, zu unterstützen, dieselbe weit unverständlicher. Dies hoffe ich noch deutlicher zu zeigen, indem ich hier an das, was ich in meinem ersten Werke der Meteorologie gesagt, erinnere, wo Herr von Saussure findet, daß ich mich nicht genau genung über diesen Punkt ausgedrückt habe.

§. 630.

Ich habe schon oft angeführt, daß die Meteorologie mich erst lebhaft beschäftigte, seitdem Herr le Sage mir seine Ideen über die Natur der elastischen Flüssigkeiten mit-

mitgetheilt; weil ich sodann allein anfieng, etwas von ihren allgemeinen Phänomenen zu begreifen: und nach denselben Ideen behandelte ich auch die meteorologischen Phänomene in meinem ersten Werke. Herr le Sage, dessen Untersuchungen mir seit 1743. oder 1744. bekannt waren, war durch eignes Nachdenken auf dieselbe Idee wie Herr D. Bernoulli, über die unmittelbare Ursache der Ausdehnbarkeit elastischer Flüssigkeiten, gekommen, nämlich: daß sie aus einer schleunigen Bewegung ihrer Theilchen nach jeder Richtung entspränge. Ich nahm also diese Fundamentalidee an, die ich, von §. 285. an, vorlegte; indem ich wegen der weitern Umstände auf den X. Abschnitt der Hydrodynamik des Herrn Bernoulli verwies, wo er bewiesen hat; daß diese Hypothese alle allgemeine Phänomene der elastischen Flüssigkeiten erklärt. Dies war inzwischen noch nicht hinreichend, um auf Entdeckungen in der Meteorologie zu führen: und diese Hypothese allein hätte mich nicht zu Untersuchungen angereizt. Aber Herr le Sage entdeckte bald darauf einen sehr begreiflichen Mechanismus, woraus er nicht nur die allgemeinen Gesetze dieser Flüssigkeiten, sondern auch sehr wichtige besondre Gesetze herfließen ließ, nämlich; 1) daß, wenn diese Theilchen ihre Bewegung verloren haben, (indem sie dieselbe andren Körpern durch Stösse mittheilen) sie dieselbe bald wieder annehmen, durch dieselbe immer wirkende Ursache, die sie hervorbringt; 2) daß inzwischen diese Theilchen nur allmälig ihre Bewegung, auf die Art fallender Körper, wieder annehmen; welches besondre Phänomene dieser Flüssigkeiten, die zuvor sehr dunkel waren, erklärt; 3) daß die Theilchen verschiedener Flüssigkeiten verschiedene Bewegungen haben können, und so gar von unzähliger Verschiedenheit, nicht nur in Absicht der Geschwindigkeit, sondern auch der Richtung; welches ein

weites Feld zum Verständniß der besondern Wirkungen der unmittelbar bekannten Flüssigkeiten und zur Annahme andrer Flüssigkeiten öfnet, auf deren Existenz wir durch die Phänomene geleitet werden. Ich hoffte sodann, daß Herr le Sage sein System bekannt machen würde und kündigte es daher in den §§. 688. 413 e. und 1006 an, indem ich schon diese allgemeine Eigenschaften der ausdehnbaren Flüssigkeiten anzeigte: und obgleich der Mangel an Demonstrationen dieses Mechanismus (die für Herrn le Sage aufbehalten sind) dieser Basis meiner Theorieen den Schein einer bloßen Hypothese gab; so hieß dies dennoch von dem ersten Schritt an, die Art bestimmen, wie die Dünste das Volumen der Luft vermehren könnten. Denn, sobald ich sie unter die ausdehnbaren Flüssigkeiten rechnete, und diese Flüssigkeiten, als aus isolirten in Bewegung seyenden Theilchen bestehend, annahm; so folgte daraus unmittelbar, daß die Dünste (so wie jedes ausdehnbare Fluidum) sich mit jedem andern Fluidum von derselben Art, und also mit der Luft vermischen könnten, und daß, ohne eine besondre Ursache, welche die Wirkung der allgemeinen Ursachen hemmte, ihr Volumen sodann zu dem ihrigen kommen müsse.

§. 631.

Was die Bildung der Dünste betrift, so schrieb ich sie in diesem ganzen Werke der Verbindung der Theilchen des Wassers mit denen des Feuers zu, und gründete diese Verbindung auf die große Verwandschaft, welche viele Phänomene uns zwischen diesen beyden Substanzen zeigen (§. 676.). Dadurch erklärte ich also diese geringere spezifische Schwere der Dünste in Vergleichung mit der Luft, die ich in vielen Phänomenen wahrgenommen hatte und drückte mich so aus (§. 675.): „Auf welche Art sich

auch

auch das Feuerfluidum mit dem Wasser verbinde, es mag seine Theilchen wie Kugeln aufblasen oder, sich an sie hängend, sie zertheilen und ihnen die Bewegung womit es begabt ist, mittheilen — — so werden diese kleinen Zusammensetzungen von Wasser und Feuer leichter als die Luft seyn können." Ich habe also sowohl die Art bestimmt, wie die Dünste sich bilden, als auch woher sie ihre Ausdehnbarkeit haben; und indem ich mich jetzt weitläuftiger über dieselben Gegenstände erkläre, entwickle ich nur dieselben Ideen.

§. 632.

Endlich hatte ich sehr genau bestimmt, wie ich es verstand, daß die Dünste, indem sie das Volumen der Luft vermehren, ihre spezifische Schwere verminderten; denn ich sagte in den §§. 713. 714. „Die Dünste, welche in die Atmosphäre aufsteigen, sind eine neue ihrer Masse zugesetzte Materie, welche folglich ihr Gewicht vermehren muß. Dies war die Klippe für viele Physiker, welche die Veränderungen des Barometers zu erklären gesucht haben. — — Aber diese kleine Menge von in Dunst verwandeltem Wasser, welche die Masse der Atmosphäre wenig vermehrt, vermehrt gar sehr das Volumen der Luftsäulen, in die sie steigt. Diese Säulen also ergießen sich auf ihre benachbarten, und da die Materie, die ihnen übrig bleibt, spezifisch leichter als die reine Luft ist; so wiegen sie weniger als diejenigen, welche aus dieser Luft zusammengesetzt sind."

§. 633.

Folgendes ist das Ganze, was ich über die Wirkung der Vermischung der Dünste mit der Luft bestimmt hatte. 1.) Die Ursache der Ausdehnbarkeit jedes sogenannten elastischen Fluidums; nämlich die Bewegung

der diskreten Theilchen. 2) Die Ursache der Bewegung der Theilchen der wässrigen Dünste; nämlich eine Verbindung des Feuers mit dem Wasser, in welcher dieses an der Bewegung der Feuertheilchen Antheil nimmt. 3) Die geringere spezifische Schwere der Dünste, in Vergleichung mit der Luft; dies gründete ich damals nur auf allgemeine Phänomene, ist aber durch unmittelbare Versuche erwiesen worden. 4) Die Art wie die, mit der Luft vermischten Dünste das Gewicht der atmosphärischen Säulen verminderten. Dadurch scheint es mir, daß ich mit Genauigkeit alle Grundsätze bestimmt hatte, die sich auf die Vertheilung der Dünste in die Atmosphäre beziehen. Es ist aber wahr, daß die Darlegung dieser Grundsätze mit den Schwierigkeiten erster Versuche umgeben war; weil ich damals erst anfieng, mir den Weg zu bahnen. Ich begreife also sehr wohl, wie Herr von Sauſſure die Verbindungen dieser verschiedenen Theorien nicht deutlich habe einsehen können, wovon auch verschiedene (ohne Zweifel) ihm zu gewagt schienen, um darauf große Aufmerksamkeit zu richten. Dies hat mich bewogen hier den kurzen Entwurf dieser Grundsätze wieder mitzutheilen; denn weun ein Physiker, wie Herr von Sauſſure, ihre Verbindung nicht gefunden hat, so muß ich glauben, daß dies vielen meiner Leser begegnet sey.

§. 634.

Was die Anwendung dieser Grundsätze auf die Veränderungen des stillstehenden Barometers betrift, so war sie weder als Beweis noch als unmittelbare Folge mit ihnen verknüpft. Ich setzte nun die Theorie der atmosphärischen Flüssigkeiten überhaupt und der wässrigen Dünste insbesondre fest. Und in Betracht der Menge dieser letzten, auf welche sich meine Erklärung von

den Veränderungen des Barometers gründete, zog ich die Bestimmung nicht aus meiner Theorie, sondern aus der angenommenen Meinung über die Ursache des Regens, über welche ich damals keinen Zweifel hegte. Ich will sogar noch zusetzen, daß, als ich gegründete Einwürfe gegen diese Meinung gewahr wurde, meine Theorie selbst mir sie untersuchen half; so wie sie zugleich genauer geworden ist, durch die Einwendungen welche sie bey einigen meteorologischen Phänomenen antraf. Ich habe daher diese Theorie eingeschränkt; nämlich den Theil, welcher die wässrigen Dünste in den Phänomenen angeht, die ihnen sicher zugehören: d. h. diejenigen aus der Hygrologie, auf welche ich lange Zeit meine Aufmerksamkeit geheftet hatte, weil sie die einzigen sichern Führer in dem Studium der Meteorologie sind. Je mehr Kenntnisse ich aber über diesen Theil meiner Untersuchungen erlangt habe, desto auffallender wurde die Dunkelheit, die ich immer in den andern gefunden hatte. Ich habe mich immer mehr in der Fundamentaltheorie, an deren vorzügliche Gesetze ich hier erinnerte, bestärkt; aber meine Hypothese über die Veränderungen des Barometers hat alle Wahrscheinlichkeit verloren; wenigstens in so weit sie an die Annahme einer Menge von wässrigen Dünsten gebunden ist, die im Stande sey, das Gewicht der atmosphärischen Säulen so sehr zu verändern, daß es das Zeichen des Regens angiebt. Jedoch scheint mir diese Hypothese jetzt nicht in ihrem Grunde selbst mangelhaft; denn es ist außer Zweifel, daß sehr häufig eine Verbindung zwischen dem Fallen des Barometers und einem nahen anhaltenden Regen sey. Obgleich also nicht wirklich vorhandene wässrige Dünste das Barometer als Anzeige dieser Regen fallen machen; so scheint mir doch wahrscheinlich, daß dies Phänomen von einer Veränderung in der spezifischen Schwere

der

der Luft, die alsdann geringer ist, als wenn das Barometer steigt, unmittelbar herrühre. Aber dieser Gang des Barometers in Beziehung auf schönes Wetter und Regen, vermischt sich mit den Wirkungen vieler Ursachen, die auf dieselbe Masse der Atmosphäre wirken; welches die Regelmäßigkeit der ersten Beziehung verhindert.

§. 635.

Ich komme jetzt auf die Kritik des Herrn von Saussure über meine alte Hypothese von den Verändrungen des Barometers, weil nichts, was die Theorie der Dünste betrift, für die Meteorologie gleichgültig ist, und weil alles was Herr von Saussure davon sagt, da es auf eben so neue als gut angestellte Versuche gegründet ist, untersucht zu werden verdient. Diejenigen Versuche worauf es hier ankommt, betreffen die Menge des verdünsteten Wassers, welches die Luft enthalten kann. Nach diesen Versuchen hat Herr von Saussure in drey besondern Rücksichten die Wirkung vermindert, welche ich den Dünsten auf die spezifische Schwere der atmosphärischen Säulen zuschrieb, d. h. 1) in der absoluten Menge des ausgedünsteten Wassers, welche die Luft enthalten kann; 2) in dem Verhältnisse der Vermehrungen der Masse und des Volumens derselben, wenn sich die Dünste damit vermischen; 3) in Anwendung des ersten Resultats auf die Menge der Dünste, welche die atmosphärischen Säulen enthalten können. In der ersten Rücksicht hat Herr von Saussure aus seinen unmittelbaren Versuchen geschlossen; daß die Menge der elastischen Dünste, womit die Luft vermischt seyn könnte, so klein wäre, daß man ihnen weder die Verändrungen des Barometers, ja nicht einmal den Regen zuschreiben könne, wie ich schon anzuführen Gelegenheit gehabt habe. Ich lasse es bey dieser Folgerung bewenden, aber durch

Ver-

Vereinigung andrer Thatsachen: denn wir werden bald sehen, daß sie nicht unmittelbar war. In der zweyten Rücksicht, glaube ich, enthalten die Versuche des Herrn von Saussure einen Irrthum; denn er hat daraus geschlossen, daß die spezifischen Schweren der Dünste und der Luft sich wie 10 zu 14 verhalten, statt daß Herr Watt sie wie 4:9 gefunden hat. (Nach ihm habe ich diese spezifische Schwere der Dünste in §. 7 festgesetzt.) Ich vermuthe, dieser Unterschied rührt daher, daß ein Theil, des bey den Versuchen des Herrn von Saussure verdünsteten Wassers, sich an die Seiten des Gefäßes gesetzt hatte: wodurch die Menge des Wassers, welche die äußerste Feuchtheit in der Luft hervorbrachte, noch geringer wäre, als er sie bestimmt hat; welches schon (ohne Zweifel nur schwach) meinem System über die Veränderungen des Barometers günstig seyn würde. Aber in dem dritten Betracht, nämlich der Vertheilung der Dünste in der Atmosphäre, macht die Abweichung unsrer Ideen über die Ausdünstung, einen großen Unterschied in Anwendung seiner Versuche auf meine Hypothese. Denn da er die Dünste nach ihrer Erzeugung als durch die Luft aufgelöst ansieht, nimmt er sie in allen Schichten der Atmosphäre in demselben Verhältnisse mit ihr an: anstatt daß nach meinen Ideen, da die Dünste immer unabhängig von der Luft bleiben und in Absicht ihrer Menge, so dünne auch die Luft sey, nur durch die Temperatur eingeschränkt sind, sie sich in den obern Theilen der Atmosphäre sammlen und hier sogar selbst die Stelle der Luft gänzlich einnehmen könnten. Dadurch würde es sehr schwer seyn a priori zu beweisen, daß der Unterschied ihrer Menge zu verschiedenen Zeiten, keinen sehr merklichen Einfluß auf die Veränderungen des Barometers haben könne.

§. 636.

Aus dieser letzten Betrachtung (wie ich im §. 714. der Untersuchungen über die Modifikationen der Atmosphäre sagte) zog meine Hypothese über die Veränderungen des Barometers ihre größte Wahrscheinlichkeit. Und in der That, da die Ausdünstung auf der Oberfläche der Erde ohne Aufhören Dünste erzeugt, und sie dennoch nicht in den untern Schichten der Luft bleiben, mußte man sich wohl von dem, was aus ihnen würde, Rechenschaft geben. Dies ließ mich glauben, daß sie sich oben in der Atmosphäre sammleten, und daher setzte mich die Trockenheit, welche auf den Gebirgen von Sirt herrschte, so sehr in Erstaunen. Bey den Versuchen, die ich machte, um diese Phänomene mit einander auszumitteln, stellte ich mir anfangs vor, daß die Dünste in noch höhern Schichten als die Gipfel dieser Gebirge sind, sich sammleten; von da sie hernach in die Schichten, wo sich der Regen bildete, sich herabsenkten. Aber diese Hülfshypothese hielt nicht lange eine aufmerksame Prüfung aus. Und es war erstlich nichts natürliches in einem solchen Gange, weil dabey angenommen wäre, daß die Menge der Dünste unten von der Atmosphäre an, bis auf eine gewisse Höhe abnähme, um sodann zu wachsen und selbst in den Gegenden, wo die Wärme geringer ist. Um ferner die Regenwolken in den Schichten, wo sie gewöhnlich erscheinen, zu bilden, mußte man eine Ursache erdenken, welche die Dünste herabsteigen ließ. Das Erkalten würde nun die einzige denkbare Ursache seyn, und außer der Schwierigkeit ihm selbst eine Ursache zuzuschreiben, habe ich oben (§. 552.) gezeigt, daß es die Dünste nur, indem es sie ihr Maximum übersteigen läßt, herabsenken kann. Die erste Erscheinung der Wolken müßte also in diesen sehr hohen Schichten geschehen, wo man annähme, daß sich die

Dünste

Dünste hier versammleten. Die Luft war aber unter uns vollkommen heiter, als die Wolken sich in der so trockenen Schichte, wo wir uns auf dem Bunt befanden, bildeten; und wir sahen sie auch in der höhern Gegend so lange heiter, als der Schleyer der sich etwas über uns bildete, es uns bemerken ließ. Dieser Schleyer stieg also nicht aus den obern Gegenden.

§. 637.

Folgendes fließt also als Resultat aus der unternommenen Prüfung. Die Versuche des Herrn von Saussure haben bewiesen, daß an der Quelle der Dünste selbst, d. h. unten in der Atmosphäre, ihr Maximum nur eine sehr geringe Menge von Wasser ausdrückt. Unsre hygrometrischen Beobachtungen haben gezeigt, daß die Dünste sich nicht in dem untern Theile der Atmosphäre aufhalten, weil sie hier nur selten in ihrem Maximum sind; und daß man dennoch immer eine geringere Menge findet, so wie man sich auf den Gebirgen erhebt. Es blieb die, mit meiner Theorie bestehende Idee übrig, daß die Dünste sich in höhern Schichten, als in welchen wir unsre Beobachtungen angestellt, sammlen könnten. Wenn sich aber die Wolken aus hohen Dünsten bilden könnten, welche durch das Erkalten herabstiegen; so würde die Luft immer auf eine beträchtliche Höhe ihre Durchsichtigkeit verlieren, ehe sich die Wolken in den Schichten, wo sich der Regen bildet, offenbarten; welches den allgemeinen Phänomenen durchaus entgegen ist, und dem noch deutlicher, durch die Regen, welche plötzlich in einer heitern Luft entstehen, wie ich angeführt habe, widersprochen wird. Diese Regen verdienen also studiert zu werden, und um so mehr, weil sie oft von eben so unbegreiflichen Symptomen als sie selbst sind, begleitet werden.

Zweytes Kapitel.

Von den Gewittern.

Erster Abschnitt.

Von den Platzregen.

§. 638.

Die Reihe schöner Tage wird nicht allein durch anhaltende Regen unterbrochen; auch die Platzregen geben uns von Zeit zu Zeit das Produkt der Ausdünstung wieder. Mitten an einem solchen schönen Tage und da alle gewöhnlichen Symptome anzeigen, daß die Luft, sowohl auf der Ebne als den Gebirgen, trocken sey, erscheinen auf dem schönsten azurblauen Grunde von den Sonnenstrahlen glänzende Wolken, und kündigen plötzlichen Regen an. Eine dieser Wolken nimmt alsdann ungeheuer zu und sinkt herab; andre Wolken bilden sich um sie herum und vereinigen sich mit ihr; die Luft verdunkelt sich, als ob ein Vorhang vor den Himmel gezogen wäre. Von den Gebirgen herab sieht man oft solche Wolken sich plötzlich auf den Ebnen anhäufen; auf diesen sieht man allmälig das Blaue des Himmels und die Wolken, welche hier noch fortglänzen, verschwinden: ein Wind erhebt sich, oftmals ein Wirbelwind; und endlich erfolgt ein Platzregen. Aber kaum hat dieser Regen aufgehört; so zerreißt der Vorhang und man sieht seine Stücke sich in die Luft zerstreuen. Eine Windstille erfolgt, die Sonne erscheint wieder, und es bleibt keine andre Spur von diesem großen Phänomen übrig, als das auf der Erde verbreitete Wasser.

§. 639.

Es giebt Zeiten, wo die Luft zu den Platzregen geschickt ist, ich habe aber in den Umständen die sie begleiten, nichts entdecken können, woraus man eine Theorie entwerfen könnte, die sie weder gewissen Jahrs- noch Tageszeiten zuschriebe; denn es giebt bey dem Schnee wie beym Regen solche Ergießungen, und diese Anfälle ereignen sich des Morgens und Abends, bey Tage und des Nachts. Ich glaube zwar, daß, wenn man diese Phänomene anhaltend beobachtete, und alle ihre Umstände anmerkte, man sie durch einige von ihnen häufiger, als durch andre finden würde; ich habe aber dabey nichts bemerkt, wovon die Hygrologie Rechenschaft geben könnte, obgleich, was diese betrift, immer der hauptsächlichste Gegenstand meiner Aufmerksamkeit war. Wenn die Luft zu diesem Phänomen geneigt ist, so sieht man oft Gewölke die es erzeugen, gegen irgend einen Punkt des Horizonts; zuweilen dem Winde zur Seite, ein andermal unter dem Winde, oder zu beyden Seiten. Oft fängt das Phänomen an und endigt sich an derselben Stelle; aber andremale durchläuft, dem Schein nach, dasselbe Gewölk einen großen Raum, und verbreitet in seinem ganzen Zuge Regen. Es kann auch kommen, daß ein gewisser Ort nur einen einzigen Platzregen an demselben Tage erhält; aber öfter wiederholen sie sich jedesmal mit einem Sturmwinde, und mit einer Windstille in den Zwischenzeiten. Endlich geschieht es auch, daß jene Regen nur das Vorspiel von anhaltendem Regen sind. Alsdann vereinigen sich die Wolken, die Wirbelwinde hören auf, es fängt ein regelmäßiger Regen an und dauert zuweilen einige Tage. Dies sind die Thatsachen: ich habe sie lange beobachtet, um zu entdecken, ob die sehr hohen Gegenden der Atmosphäre, durch ein verständliches Symptom anzeigten, daß sie, um sie her-

vorzubringen, mehr Dünste hätten, als in den untern Schichten oder in denen selbst, wo die Wolken sich bilden, zu seyn schiene; ich habe aber nichts bemerkt, was diese Meinung begünstigte.

Zweyter Abschnitt.

Vom Hagel.

§. 640.

Die plötzlichen Gewitter vom Hagel und Donner begleitet, gehören auch unter die Zahl der Phänomene, welche uns zeigen, wie viel Ursachen uns noch in der Atmosphäre zu entdecken übrig sind. Der Hagel ist ein Symptom von großer Erkaltung; aber woher rührt diese unmittelbare Ursache? Wir kennen die Wirkung einer zum Gefrieren gehörigen Temperatur, welche die ganze Wolkenschichte umfaßt; es bildet sich alsdann statt des Regens, Schnee. Wenn dieselbe Temperatur unter den Wolken herrscht, so fällt der Schnee bis in die Ebnen, ohne seinen Zustand zu ändern; wenn aber die untern Schichten heiß genug sind, ihn zu schmelzen, so löst er sich in Regentropfen auf. Daher geschieht es oft im Frühling und Herbst, daß es auf den Ebnen regnet, unterdessen es auf den Gebirgen schneit: der Schnee bildet sich alsdann in allen Gewölken, er schmilzt aber, ehe er die Ebnen erreicht. Unabhängig von dem, was uns also die Erfahrung drüber lehrt, was aus einer zum Gefrieren gehörigen Temperatur entspringt, wenn sie die ganze Schichte der Regenwolken umfaßt, ist es leicht zu begreifen, daß daraus keine andere Wirkung entstehen könnte. In diesem Falle müssen sich die wässrigen Bläschen, so wie sie sich durch zu großen Ueberfluß zerstören, in Flocken gruppiren; welche mit der ganzen

Schichte

Schichte von einerley Temperatur, weder auf einander noch auf die vorhandenen Bläschen anders Einfluß haben können, als auf dieselbe Weise, wie sie sich gebildet haben, zuzunehmen. Ob ich gleich aber aus diesen Gründen nicht glaube, daß der Hagel durch ein Erkalten, welches das ganze Gewölk umfasse, hervorgebracht sey; so glaube ich dennoch, daß ein Schneeflocken sein Embryo ist. Der schneeigte Kern jedes Hagelkorns zeigt allein diesen Ursprung an; ich könnte auch auf keine andre Weise die Bildung einer Masse von solidem Eise mitten in den Wolken begreifen. Wir haben zwar das Glatteis sich hier bilden sehen (§. 611.); dies war aber immer auf einer Basis, wo die Bläschen Wasser hergaben, welches nach und nach gefror. In den Gewölken aber giebt es keine solche Basis und man könnte sich keine andre erdenken, als sehr kalte Schneeflocken, auf welchen das Wasser sich anhäuft und gefriert. Diese Gattungen von Quasten umfassen, im Fallen, einen weit größern Raum, als dieselbe Menge in Tropfen gesammeltes Wasser thun würde und sie fallen auch weit langsamer: dadurch begreift man, daß sie sich beym Durchgehn durch das Gewölk, mit Glatteis bedecken können.

§. 641.

Wo bildet sich aber ein so kalter Schnee und dies in einer Jahrszeit da der gewöhnliche Schnee sich nicht bildet? In meiner Untersuchung über die Modifikationen der Atmosphäre (§. 714.) hatte ich bey Erklärung des Hagels durch dieselbe unmittelbare Ursache vorausgesetzt: daß die Schneeflocken sich in sehr hohen Gegenden bildeten, aus denen sie sehr kalt herabfielen; aber aus mehrern Betrachtungen und Beobachtungen habe ich diese Idee aufgegeben. Wenn die Dünste sich in Gegenden erheben könnten, wo sie mitten im Sommer in

Schnee verwandelt würden: so begreife ich nicht, warum dies nur geschieht um Hagel zu bilden; oder welcher Zusammenhang, zwischen dem Entstehen einer Gewitterwolke (die immer sehr niedrig ist) und dem Fallen dieser Flocken, an der genannten Stelle seyn könnte. Ferner um die Bildung dieses Schnees zu erklären, müste man nothwendig eine besondre Wolkenschichte in der Gegend wo er seine Quelle hätte, annehmen; denn es kann der Schnee, so wie der Regen, sich nur aus wässrigen Bläschen bilden; und diese Schichte müste sichtbar seyn, wenigstens oben auf den Gebirgen, wenn die Gewitterwolken nur einen Theil des Horizonts einnähmen. Aber in allen diesen Fällen, auf welche ich meine Aufmerksamkeit geheftet habe, schienen mir diese Gewölke nur eine einzige Masse zu bilden; die zerstreueten Wolken ausgenommen, die sich nicht öfterer über ihnen als in der übrigen Luft befanden. Wie ich von einigen Barometer Beobachtungen vom Junius 1757 auf dem Gebirge von Turin Nachricht gab (Untersuchung über die Modifikationen der Atmosphäre §. 640), redete ich von einem Gewitter das ich von dort sahe. „Der Himmel, sagte ich, war überall leicht bedeckt, bis auf den Horizont gegen Süden, wo man ein schreckliches Gewitter sahe; ein kleiner Wind wehete von dieser Seite.“ Man könnte also glauben, daß diese leichte allgemeine Schichte sehr hoch wäre, und den kalten Schnee gäbe, die Quelle des Hagels der unter diesem Gewölke mit Ungestüm fiel. Ich werde aber selbst aus diesem Beyspiel einen neuen Grund gegen die allgemeine Idee hernehmen, daß dieser Schnee sich in besondern Gewölken bilde. Ein Schnee der kalt genug ist, um um sich herum Eis zu bilden indem er durch ein dickes Gewölk fällt, würde sich bis unten in die Atmosphäre außerhalb dem Gewölk erhalten und es müste zuweilen an der äußern

Seite der Hagelsäule davon etwas fallen. Aber es fiel alsdann nichts, und ich weiß keinen Fall, wo man außerhalb den Gränzen der Gewittergewölke Schnee gehabt hätte. Dasjenige, dessen ich mich noch sehr deutlich erinnere, bildete nur eine große Masse von schrecklicher Dunkelheit, vollkommen begränzt und in geringer Höhe über der Gegend wo sie bey Tage Nacht verbreitete schwebend: Blitze fuhren von Zeit zu Zeit durch dasselbe und bald darauf hörte ich ein dumpfes Gemurmel des Donners. Ich habe niemals ein lebhafteres Bild von dem gesehen, was die Dichter die Auflösung der Elemente nennen; es fiel aus diesem Gewölk eine so ungeheure Menge von Wasser und Eis, daß, als ich den andern Tag in die Gegend kam, ich die Gefilde von Strömen verheert, die Felder zu Boden geschlagen und die Gräben noch zur Hälfte mit dem vom Wasser hingeschwemmten Hagel angefüllt fand. Man kann sich also unmöglich einbilden, daß diese ungeheure Menge von Hagel ihre erste Quelle, außerhalb dem Gewölk selbst das ihn verbreitete, haben könne: sein obrer Theil erreichte nun keine sehr hohe Gegend; und ich habe dies eben so wenig bey keinem Gewittergewölk gefunden, das ich von oben oder in hinreichender Distanz gegen den Horizont zu betrachten Gelegenheit gehabt habe. Ich kann inzwischen nicht daran zweifeln, daß der Hagel zum ersten Ursprunge Schneeflocken habe, welche im Fallen durch das Gewölk streichen; welches mich denn vermuthen läßt, daß sie sich oben in dem Gewölke selbst bilden, durch ein plötzliches Erkalten das von irgend einer chymischen Ursache abhängt. Die Anfälle von Hagel selbst, scheinen diese Meinung zu begünstigen: denn sie zeigen, daß, welche Ursache ihn auch auf einmal erzeugt (wie die Platzregen, Windstöße und den Donner) wenn die plötzliche Wirkung vergangen ist, eine gewisse Zeit nöthig sey,

damit er sich erneure, obgleich dieselben Ursachen noch fortdauern. Dabey muß ich anmerken, daß in einem solchen Laboratorium, wie die Atmosphäre ist, wo alle Ingredienzien ausdehnbare Flüssigkeiten sind; wenn diese Flüssigkeiten auf einander wirkend, eine gewisse Wirkung in einem gewissen Raume hervorgebracht haben, einige Zeit nöthig sey, damit die Umstände sich wieder in denselben Zustand versetzen und dieselbe Wirkung hervorbringen oder daß irgend eine neue Wirkung aus jener entspringe. Ich will aber noch nicht auf diesen letzten Folgerungen bestehen.

Dritter Abschnitt.

Vom Donner.

§. 642.

Alle Phänomene der Gewitterwolken sind in demselben Grade dunkel und werden sich vermuthlich nur zusammen erklären lassen. Welch ein Geheimniß sind die Ströme von elektrischem Fluidum, die aus diesen Gewölken gehen! Herr Volta hatte ihnen eine, dem ersten Anscheine nach, sehr wahrscheinliche Ursache zugeschrieben, welche auf einer Thatsache gegründet war, die Herr Cavallo bald hernach bestätigte, nämlich: daß wenn man auf glühende Kohlen in einem isolirten metallenen Körper Wasser giest, dieser Körper Zeichen von negativer Elektricität giebt. Nach diesem Faktum hatte Herr Volta geschlossen; daß das Wasser, indem es sich in Dünste verwandelt, eine größre Kapacität für das elektrische Fluidum erhielte: daß es dasselbe also, den Körpern, auf denen es verdünstete, raubte, und daß es, wenn es seinen vorigen Zustand wieder annähme, diese Menge von elektrischem Fluidum, die in dem gebilde-

ten

ten Wasser überflüßig geworden, fahren ließe. Hieraus zog er den Schluß; daß das elektrische Fluidum unaufhörlich der Erde entzogen und in die Luft gehoben würde, durch Vermittelung der Dünste; und daß daraus der Donner entstände, wenn eine große Menge von Dünsten sich plötzlich in Wasser verwandle. Diese Hypothese schien durch die Verdoppelung des Regens bestätiget, welche gewöhnlich den Donner begleitet. Und da der Gang des Feuers in der Ausdünstung dem hier angenommenen ähnlich ist, und das Feuer große Verhältnisse mit dem elektrischen Fluidum hat; so erhielt sie dadurch eine neue Wahrscheinlichkeit.

§. 643.

Aber Herr von Sauſſure hat durch direkte Versuche, den Grund, worauf sich diese Hypothese stützte, zerstört. Er schloß mit Recht, daß, wenn die, durch Verdünstung des Wassers auf Kohlen, angezeigte negative Elektricität, von der Ursache herrühre, welche ihr Herr Volta zuschrieb, jeder heiße Körper, welcher Wasser in Dünste verwandelt, dieselbe Modifikation erleiden müsse: er wiederholte diesen Versuch indem er ihn auf verschiedene Arten abwechselte und fand; daß die plötzliche Ausdünstung öfterer die positive als negative Elektricität hervorbringe; oft auch gar keine erzeuge; und vorzüglich, daß in allen Fällen, wie sie auch übrigens seyn mögen, wo die Ausdünstung langsamer und dadurch derjenigen ähnlicher ist, welche das elektrische Fluidum des Blitzes hätte hergeben müssen, gar keine Wirkung von dieser Art vorhanden sey. Diese Versuche, (welche Herr von Sauſſure in dem so eben erschienenen Bande seiner Alpenreise erzählt) sind schon weit genung geführt, um zu vielen Betrachtungen, über die Natur des elektrischen Fluidums Anlaß zu geben; und es ist

sehr zu wünschen, daß er sie selbst fortsetze, ob ich gleich nicht zweifle, daß sie von andern Physikern fortgesetzt sind. Sie haben die Folgerung bestätigt, welche ich bereits aus den allgemeinen Phänomenen des in Wirksamkeit befindlichen elektrischen Fluidums gezogen hatte; nämlich: daß es sich in einigen Operationen der Natur zusammensetzen und zerstören kann, und Herr von Saussure selbst, indem er von diesen Versuchen ausgeht und dabey bemerkt, daß das elektrische Fluidum sich gewiß zersetze, wenn es Funken giebt, vermuthet, daß es sich in einigen Fällen zusammensetze, (§. 887.) und stützt sich in diesem Betracht auf die Meinung zweyer Physiker, welche wohl im Stande sind Zutrauen einzuflößen, der Herren Kirwan und Lavoisier.

§. 644.

Indem ich nun auf die Meteorologie komme, scheint es mir, daß, wenn die Theorie des Herrn Volta gegründet wäre, alle plötzliche Regen mit Donner begleitet seyn müßten, und daß sogar jeder Regen eine große Vermehrung des elektrischen Fluidums in der Atmosphäre hervorbringen müsse; welches jedoch nicht Statt hat. Wenn man hernachmals diese Vermehrung des Regens, welche oft den Donner begleitet, studiert, so wird man sehen, daß sie öfter den Anschein von Wirkung als von Ursache habe. Der Donner murmelt gewöhnlich in den Wolken ehe es regnet und während daß die Gewölke sich verdicken. Nach der Hypothese des Herrn Volta nun, müßte alsdann hier keine Erzeugung von elektrischem Fluidum Statt haben; weil sich noch kein Wasser gebildet hat. Da Herr von Saussure aus den oben erwähnten Versuchen gefunden, daß man bey einer langsamen Verdünstung keine Verschluckung von elektrischem Fluidum annehmen könne; so vermuthete

er,

er, daß sie bey Bildung der bläschenförmigen Dünste Statt habe, und daß sogar diese Bildung von dem elektrischen Fluidum als unmittelbarer Ursache herrühre. (§. 832.) Da aber erstlich das elektrische Fluidum also das Wirkungsmittel dieses Phänomens selbst werden würde; so kann es daselbst nur in dem Verhältnisse seines lokalen Ueberflusses gebildete Bläschen geben, auf die Art, wie das Feuer in der Ausdünstung wirkt. Es können also nur in dem Maaße sich neue Bläschen bilden, als neues elektrisches Fluidum in der umgebenden Luft dasjenige ersetzte, was sich zu ihrer Bildung verwendet hätte; und die Operation, da sie mitten in einer nicht leitenden Substanz geschieht, könnte nur sehr langsam seyn: dadurch würde die Schnelligkeit, mit der sich zuweilen die Gewitterwolken bilden, allein beweisen, daß diese Bläschen nicht durch diese Ursache hervorgebracht sind. Aber überdieß müssen wir hier eine plötzliche Erzeugung des elektrischen Fluidums erklären, und es würde im Gegentheil eine Verschluckung und zwar eine langsame Verschluckung desselben Statt haben; da das Erkalten sich um Flüssigkeiten herum, welche freywillig in der Luft verdunsten, ereignet. Es würden also die Anzeichen eines Gewitterregens allein beweisen, daß weder die Erzeugung des Wassers, welches den Regen bildet, noch der wässerigen Bläschen, welche das Gewölke bilden, die Ursachen des Donners sind; es sind Symptome, die ihn begleiten, und die Erzeugung eines Gewölks ist davon unzertrennlich. Dieses Gewölk kann sich ohne Regen zerstreuen, aber gewöhnlich regnet es endlich, und wenn alsdann das Gewitter fortdauert, so giebt es nach jedem Donner verdoppelten Regen; aber diese Verdoppelungen und der Donner scheinen keine andre Verbindung unter sich zu haben, als die Wirkungen von einerley Ursache. Endlich, und

dies ist die wichtigste Betrachtung für die Meteorologie, wenn jedes Regengewölk sich nur aus Dünsten bildet, die an dem Orte selbst, den es einnimmt, entstehen, so war das elektrische Fluidum, welches aus einigen dieser Gewölke ausfährt, nicht in Dünste, die zuvor existirten, eingeschlossen; seine Bestandtheile oder es selbst existirten unter einer andren Form; eben so wie das Wasser, welches sich zu gleicher Zeit offenbart. Um also die Ursache des Blitzes zu finden, müßte man zuerst die der Gewölke entdecken, aus denen er ausfährt, und man wird nur alsdann erst sicher seyn, die wahre Ursache zu kennen, wenn man alle vorzügliche Phänomene dieser Gewölke wird erklären können.

Vierter Abschnitt.

Von der Erklärung der Gewitter durch Herrn von Saussure.

§. 645.

Damit ich um so mehr die Nothwendigkeit der Untersuchungen über die Gewitterwolken zeigen könne; so werde ich die Ideen eines Physikers darüber prüfen, der sich am meisten mit der Meteorologie beschäftiget, und die meisten wirklichen Entdeckungen über diesen Gegenstand durch direkte Versuche gemacht hat; der aber, von den hergebrachten Ideen über die Ausdünstung und Beständigkeit der Luft überzeugt, aus seinen Entdeckungen nicht die Folgen gezogen hat, welche daraus zu fliessen scheinen. Herr von Saussure, von dem ich auch hier rede, sagt (im Anfange des 2. Kap. im IV. Versuch über die Hygrometrie, welcher von den Gewittern handelt): „Die Grundsätze, welche wir über die Natur der Dünste, über ihre Elasticität und die Möglichkeit ihrer Existenz in der verdünntesten Luft, festgesetzt haben,

erleichtere das Verständniß der größten Phänomene in der Meteorologie.“ Was aber Herr von Sauſſure in dieſem Betracht meinen Grundſätzen zugeſetzt hat, ich meine die Auflöſung der Dünſte durch die Luft, ſcheint mir im Gegentheil die Schwierigkeit zu vermehren. Als Folgerung aus dieſer Veränderung, ſagt er unter andern §. 145.: „Die Luft muß die Theilchen der Dünſte mit geringerer Kraft anziehen, wenn ſie verdünnt iſt, wenn ihre Theile in geringerer Anzahl da ſind, als wenn ſie dicht iſt.“ und wendet darauf dieſen Grundſatz auf die Meteorologie an, und ſagt §. 148.: „Dieſelben Grade des Hygrometers, welche auf unſern Ebnen eine gewiſſe Menge von Waſſer, das in der Luft enthalten iſt, anzeigen, zeigen eine weit geringere auf hohen Gebirgen an.“ Daraus hat er ohne Zweifel geſchloſſen, daß die Dünſte in der verdünnteſten Luft exiſtiren könnten, aber in welcher Menge? Indem ſie beym Maximum $\frac{1}{54}$ dieſer Luft (§. 288.) und noch weniger ausmachen, durch den oben angenommenen Grundſatz. Alsdann nun kann ich nicht begreifen, wie daraus irgend ein großes meteorologiſches Phänomen entſpringen könne. Auch ſehen wir, daß die Hypotheſe der Dünſte als unmittelbares Produkt der Ausdünſtung, und noch in dieſem Zuſtande exiſtirend, den Phänomenen, welche Herr von Sauſſure durch ſie zu erklären ſucht, nicht Genüge thut.

§. 646.

„Ein andrer meteorologiſcher Grundſatz, (ſagt er §. 279.) der nicht wie die vorigen auf unbezweifelte Thatſachen geſtützt iſt, mir aber den höchſten Grad der Wahrſcheinlichkeit, den eine phyſikaliſche Hypotheſe erreichen kann, zu haben ſcheint, iſt der von der Gegenwart und freyen fortdaurenden Wirkung des elektriſchen Fluidums in den höchſten Schichten der Atmoſphäre.

Alle

Alle Physiker gestehen ein, daß das elektrische Fluidum in der Atmosphäre verbreitet sey; sie gestehen auf gleiche Art ein, daß dies Fluidum, in seinen Bewegungen, so lange es in einer dichten Luft enthalten ist, gehemmt, sich mit größter Freyheit im leeren Raum oder einer verdünnten Luft bewegt; z. B. inwendig in einem gut ausgeleerten Recipienten. In einer großen Höhe also, wo die Luft eben so verdünnt ist, als in unsern Recipienten und sogar noch verdünnter, muß das elektrische Fluidum die freyesten Bewegungen haben. Es muß dadurch der größten Wirkungen fähig seyn, weil es sich von einem Orte zum andern bewegen kann, in sehr großer Menge und mit der ihm eignen ausnehmenden Geschwindigkeit.“ Dies ist demnach die Gegend, in der, wie Herr von Sauſsure glaubt, das elektrische Fluidum, welches das Gewitter bildet, sich aufhält. Die Thatsache selbst aber von der er ausgeht, um diese Hypothese zu unterstützen, nämlich die Durchdringbarkeit der dünnen Luft für das elektrische Fluidum, scheint mir ein Einwurf dagegen. Jedesmal daß sich dieses Fluidum in der dünnen Luft ausbreitet, wird es hier leuchtend, wenn es sich also in diesen Gegenden aufhielte, müßten wir es daselbst bey Nacht sehen: oder es würde sich vielmehr daselbst zerstören; weil es sehr wahrscheinlich ist, daß alle diejenigen Theilchen, welche alsdann Licht hergeben, sich in diesem Augenblick zersetzen, und indem es sich in einem großen Raume bewegt, werden sie sich alle zerstören.

§. 647.

Wir wollen aber das Phänomen, worauf Herr von Sauſsure sich stützt, noch näher untersuchen und sehen was das elektrische Fluidum bestimme, die Ränme wo die Luft dünne ist, zu durchstreichen. Geschieht es, wie er glaubt, weil die Luft seine Bewegungen hemmte

und

und es sich nun frever bewegen könnte? Wäre dies, so müßte die Luft, so oft wir sie in einem Recipienten verdünnten, leuchtend werden; denn das elektrische Fluidum, was die angränzenden Körper beständig besitzen, würde sich dahin wenden: aber dies geschieht nicht. Das elektrische Fluidum tritt also nicht in die verdünnte Luft, weil die Dichte es aufhält; sondern allein, weil jene es von einem Körper der mehr hat, zu einem der weniger hatte durchlassen kann: anstatt daß die dichte Luft es nicht mehr als Glas oder Harz durchläßt. So lange also kein unterbrochenes Gleichgewicht zwischen zwey durch die Luft getrennten Körpern ist, hat die Verdünnung derselben keinen Einfluß auf das elektrische Fluidum und es verläßt die Körper nicht welche es besitzen. So belege man z. B. mit einer leitenden Platte oben den Recipienten einer Luftpumpe und verdünne die Luft hier, und man wird kein elektrisches Symptom gewahr werden. (wenigstens keines, was von Verdünnung der Luft herrühre). Wenn man aber alsdann, die Belegung des Recipienten mit dem Reibzeuge einer bewegten Elektrisirmaschine, in Verbindung bringt, so wird man sogleich Licht erscheinen sehen; wegen des Eintritts einer gewissen Menge von elektrischem Fluidum, das sich von dem Teller der Pumpe nach der Kuppel des Recipienten begeben wird. Wenn man also keine negative Kuppel über der merkbaren Atmosphäre annehmen will, so muß das elektrische Fluidum was sie besitzt, ihr verbleiben; und wenn es sich alsdann oben in die Atmosphäre begäbe, so geschähe es nicht um sich hier anzuhäufen, sondern allein um das Gleichgewicht wieder herzustellen. Mit einem Worte (wie ich im §. 522 sagte) alle elektrische Phänomene stimmen darinn überein, das Fluidum welches sie veranlaßt, als einen Schmarotzerdunst (Vap. parasite) ansehen zu lassen, der immer mit einer merklichen

Sub-

Subſtanz verbunden iſt; ausgenommen in den ſehr kurzen Augenblicken, da es ſich von der einen zur andern ſchwingt, wegen einer großen Unterbrechung des Gleichgewichts. In jedem andern Falle aber, ſtellt ſich ſein Gleichgewicht unmerklich wieder her: und die Luft, als das gemeinſchaftliche Mittel aller irdiſchen Körper, ſetzt ſich mit ihnen ins Gleichgewicht; weil das elektriſche Fluidum ſich hier von Theilchen zu Theilchen hinbegiebt, auf die Art wie Herr von Sauſſure glaubt, daß die wäſſrigen Dünſte ſich hier durchbegeben. Es folgt aber daraus nothwendig, (welches auch dieſen letztern Dünſten begegnen müſte) daß die Lufttheilchen derer des elektriſchen Fluidums das ſie beſitzen, nur von Subſtanzen welche weniger beſitzen, beraubt werden können; wie Herr von Sauſſure auch annimmt, daß die hygroſkopiſchen Subſtanzen der Luft in demſelben Falle die damit verbundenen wäſſrigen Dünſte entziehen. Dies iſt der erſte Grund, weswegen ich den Ocean von dieſem Fluidum nicht annehmen kann, den Herr von Sauſſure in dem verdünnten Theile der Atmosphäre vorausſetzt. Dieſem will ich noch hinzuſetzen: daß die Idee einer ſolchen Anhäufung von freyem elektriſchem Fluidum oben in der Luft, allen Begriffen welche uns die Phänomene von der Natur dieſes Fluidums geben, mir entgegen zu ſeyn ſcheint. Es bewegt ſich in gerader Linie wie das Licht; ſobald es irgend einer Subſtanz zuzugehören aufhört, und wenn es nicht ſeine ganze Geſchwindigkeit hat, ſo beſitzt es doch noch zu viel, als daß die Schwere merklichen Einfluß darauf haben könnte. Wenn alſo einige Dauer von freyer Bewegung nicht hinreichte daß es ſich zerſetzte, ſo würde es dem Gange des Lichts folgen und ſich in den Raum verbreiten.

§. 648.

§. 648.

Nachdem er diese erste Hypothese festgesetzt hat, fährt Herr von Saussure fort (§. 280): „Man weiß, daß das Wasser, es sey in Substanz oder in Dunst verwandelt, ein Leiter der Elektricität ist; daß die Luft, jemehr sie sich damit überladet, weniger zusammenhaltend und weniger fähig wird, der Zerstreuung und den Bewegungen des elektrischen Fluidums zu widerstehen. Wenn also die Dünste sich zu einer großen Höhe erheben können, so können sie als Leiter dienen, als Canal der Mittheilung zwischen diesem ungeheuern Behälter, diesem Ocean von freyem elektrischem Fluidum und der ganzen Masse der Atmosphäre. Wenn also das elektrische Fluidum in irgend einem Theile der Erde mehr oder weniger dicht ist, als dasjenige was sich in dem correspondirenden Theile der hohen Luftgegenden befindet, so werden die Dünste das Mittel seyn, durch welche sich das Gleichgewicht wieder herstellt. — — Es wird fast nie geschehen, daß die Dünste von der Oberfläche der Erde bis zu den hohen Gegenden der Atmosphäre steigen, ohne zum Behikel und Durchgange für die nöthige Menge von elektrischem Fluidum zu dienen, um das Gleichgewicht zwischen der Elektricität der Erde und der Luft wieder herzustellen.“ Ich will einmal annehmen, daß eine beträchtliche Unterbrechung des elektrischen Gleichgewichts zwischen der Erde und den obern Theilen der Atmosphäre Statt haben könne, und auch das Aufsteigen einer Säule von Dünsten zugeben, welche mit der Erde und diesen Gegenden in Verbindung ist: es wird aber daraus kein Blitz entstehen; denn das Gleichgewicht wird längst diesem Leiter sogleich hergestellt werden. Und aus diesem Grundsatze selbst hat man geschlossen (ich untersuche nicht ob mit Recht), daß man die Gebäude vor dem Blitze durch metallene Leiter schützen könne. Da der Blitz ein elektrischer Funken

ist,

ist, so muß der Körper der ihn ausstößt, mit einem hinlänglich isolirenden Mittel umgeben seyn, damit das elektrische Fluidum keinen leitenden Gang zur Erde habe und da die Dunstsäule ihm einen solchen Gang öfnete, so würde sich sein Gleichgewicht sogleich wieder herstellen.

§. 649.

Ich sehe zum voraus, daß man mir hier einwenden wird; daß es während dem Regen donnere, obgleich derselbe zum Leiter zwischen der Gewitterwolke und dem Boden dienen müsse; daß es sogar in dem Gewölke blitze, wo nothwendig die äußerste Feuchtheit herrschen muß. Dies ist aber ein Grund für die Meinung die ich gleich jetzt vortragen will: nämlich, daß der Blitz die plötzliche Hervorbringung einer Menge von elektrischem Fluidum sey, welches explodirt: wie jedesmal geschieht, wenn ausdehnbare Flüssigkeiten sich plötzlich bey einem Grade von Dichtigkeit erzeugen, auf den sie, durch kein physisches Wirkungsmittel außer diesem Augenblick, gebracht werden können. Die mehr oder minder starken Detonationen, welche diese Erzeugungen begleiten, rühren von dem plötzlichen Stoße dieser neuen Flüssigkeiten her, gegen alle Substanzen die sie umgeben; und das elektrische Fluidum insbesondere erschüttert die Luft, die Gewölke und die Substanzen welche den Ort seines Entstehens umgeben, ehe es sich unter sie vertheilen kann. Sehr wahrscheinlich rührt auch das Rollen des Donners (der nicht mehr mit Licht begleitet und daher keine Folge von elektrischem Funken ist) entweder von Explosionen her oder von aufeinander folgenden Zerstörungen ausdehnbarer Flüssigkeiten von irgend einer andern Art, welche die Folgen der plötzlichen Bildung des Blitzes sind. Durch dieselbe plötzliche Bildung des elektrischen Fluidums unter gewissen Umständen, werde ich bald ein Phä-

nomen

nomen erklären, das Herr von Saussure zum Beweise seiner Hypothese anführt; jetzt will ich aber seinem Gange weiter folgen. „Diese Theorie (sagt er §. 281) ist eine so unmittelbare Folge aus den sichersten Grundsätzen der Elektricität, daß es überflüssig scheint, sie durch die Phänomene, welche sie erklärt, zu bestätigen. Ich will indeß bemerken, daß sie sicher die einzige ist, welche von diesem allgemeinen Faktum Rechenschaft giebt; daß niemals die Dünste sich zu einer großen Höhe erheben, ohne die schrecklichsten Meteore hervorzubringen.“ Es betrift hier ohne Zweifel die sichtbaren Dünste, nämlich die Wolken; denn ohne dies würde kein Beyspiel anzuführen seyn, weil man die elastischen Dünste nicht sieht. Ich will also zuerst vom Herrn von Saussure selbst die Darstellung eines Phänomens borgen, das ich gleichfalls beobachtet habe. Indem er §. 276 die Frage, über die Höhe zu der die Wolken sich erheben können, abhandelt, erzählt er erst die Schätzung welche Herr Bouguer von dieser Höhe macht und etwa auf 4400 Toisen angiebt, und setzt dann hinzu: „wenn ich diese feinen runden Gewölke betrachte, die nach einigen schönen Tagen anfangen, das azurne Gewölbe des Himmels mit einer weissen und durchsichtigen Gaze zu überziehen und also lange zum voraus die Rückkunft des Regens andeuten; so bin ich geneigt zu glauben, daß sie (die Dünste) eine weit höhere Gegend einnehmen: man sieht sie bey weitem die Gipfel der höchsten Gebirge übersteigen und wenn man sich selbst auf den höchsten Spitzen die man erreichen kann, befindet, so scheinen sie eben so hoch, als in dem Grunde der Thäler.“ Dies ist ein sichres Faktum und nach Herr von Saussure sind hier also Dunstsäulen auf die gröste bekannte Höhe erhoben. Denn niemals bilden sich hier die Regenwolken und noch weniger die Gewitterwolken. Und dennoch bleibt alsdann alles in der Atmosphäre

ruhig; es giebt keine dieser schrecklichen Meteore, welche Herr von Saussure als die beständige Folge von dem Aufsteigen der Dünste zu einer großen Höhe betrachtet. Was meine besondre Meinung betrift, daß die Dünste sich nie in Säulen von dem untern Ende der Atmosphäre bis in ihre obern Theile begeben, so wird ihr durch das Phänomen dieser feinen runden Gewölke nicht widersprochen. Denn ich schreibe sie derselben Ursache wie alle Wolken zu, nämlich einer Erzeugung von Dünsten, welche ihr Maximum übersteigen. Selbst die Erscheinung dieser leichten Wolken scheint mir ein Zeichen von dieser Ursache zu seyn. Wären die Dünste von der Erde bis zu dieser Höhe gestiegen; so hätten sie Zeit gehabt sich gleichförmig in der Luft zu verbreiten und wenn sie durch Erkalten sich zersetzt hätten, so hätten sie gleichförmig ihre Durchsichtigkeit verändert, wie es in den Fällen von Nebel jeder Art geschieht. Anstatt daß man diese Art von Nebel in kleinen Kügelchen erscheinen sieht, die sich vergrößern, zuweilen sammlen, oft aber sich zerstreuen ohne sich vereinigt zu haben; dies scheint mir anzuzeigen, daß die Quelle der Dünste an dem Orte selbst ist, wo sie also ihr Maximum übersteigen.

§. 650.

Die Beyspiele welche Herr von Saussure von den schrecklichen Meteoren giebt, die, nach ihm, von dem Aufsteigen der Dünste in die hohen Gegenden entspringen, scheinen mir dieser Ursache nicht zuzugehören. „Alle etwas beträchtliche vulkanische Ausbrüche, (sagt er anfangs) sind mit Donnerschlägen begleitet; die Feuer die sich von der Erde erheben, scheinen die des Himmels zu entzünden: die Dunstsäule welche aus den Eingeweiden des Vulkans hervorbricht, wird beständig von Blitzen durchschossen, die bald aus den höchsten Gegenden, bald

aus

der Säule selbst hervorzugehen scheinen." Es betrift hier die Dampfsäule, die sich zuweilen aus dem Vesuv erhebt; wie Herr von Saussure in einer Anmerkung anführt. Es giebt aber einen entscheidenden Beweis, daß diese Säule den Blitz in den obern Gegenden nicht aufsucht: denn sie erhebt sich nicht einmal so hoch, wie der Gipfel des Aetna; und durch ihre spezifische Schwere eingeschränkt, dehnt sie sich als Wolke in die Schichte aus, wo die Luft mit ihr im Gleichgewicht ist. Ich habe schon Gelegenheit gehabt, von diesen Säulen von vulkanischem Dampf in meinen Untersuchungen über die Modifikat. der Atmosphäre zu reden, §§. 705. 706. nach Beobachtungen welche mein Bruder neben diesen beyden Vulkanen angestellt, aus denen sich ergiebt; daß der Dampf der aus dem Aetna steigt, immer zu schwer um sich zu erheben, längst seiner Seite wieder bis zu der Höhe fällt, wo er mit der Luft im Gleichgewicht ist; und daß der des Vesuvs sich als Schichte von gleicher Höhe ausstreckt; so daß die verschiedenen Höhen, wo diese beyden Wolken sich aufhalten, zum Barometer für die Bewohner der Gegend dienen. Wie könnte also, mit einem solchen Leiter wie der Aetna, sich einige Anhäufung von elektrischem Fluidum in der Schichte finden, welche die Höhe der Dampfsäule des Vesuvs erreicht? Diese Betrachtung führt sogar noch weiter. Wie würde es in den Thälern hoher Gebirge donnern, z. B. neben dem Mont blanc, und tief unter seinem Gipfel; wenn der Blitz aus der Luft käme? Können diese ungeheuren Leiter einen merklichen Unterschied zwischen dem elektrischen Zustande der Luft und der Erde zulassen? Auch scheint Herr von Saussure seine Idee vom Ursprunge dieser Blitze, welche die Dampfsäule des Vesuvs bey seinen großen Ausbrüchen begleiten, geändert zu haben. Von seinen Versuchen über die Phänomene von positiver Elektricität, wenn

man Wasser auf rothglühende Körper schüttet, betroffen, folgerte er daraus (Alpenreise §. 807) daß hier eine Verbindung vorgienge aus der die Erzeugung einer neuen Menge von elektrischem Fluidum entspränge und setzt darauf hinzu: „derselbe Versuch zeigt sehr deutlich die Ursache von der ungeheuren Menge der Elektricität an, die sich bey Ausbrüchen der Vulkane entwickelt; denn das Wasser, welches zu ihrer Entzündung beyträgt, wird durch das Gewicht der Luft und die Gewölbe der unterirdischen Höhlen zusammengedrückt, fällt oft in die Feueressen und nimmt einen Grad von Hitze an, der wahrscheinlich weit grösser ist, als den wir ihm bey unsern Versuchen geben können." Ich betrachte also auch diese Blitze, welche zuweilen die Dampfsäule des Vesuvs begleiten, als eine wahre Erzeugung des elektrischen Fluidums: ich bin aber geneigt zu glauben, daß dies Fluidum in der Luft und nicht in den Eingeweiden des Vulkans seinen Ursprung nehme; oder daß zum wenigsten eine, in dieser Absicht im Vulkan angefangene Operation, sich draußen endige. Denn ich begreife nicht, wie der Dampf beym Herausgehen aus dem Vulkan noch genung mit elektrischem Fluidum überladen seyn könnte, um Blitze von sich zu schleudern; weil das Gebirge durch seine Feuchtheit oder seine Wärme zu sehr leidet, als daß es nicht diese Säule entladen sollte, wenn sie, bey ihrer Erhebung aus dem Grunde des Schlundes, schon mit dieser Menge von elektrischem Fluidum, das sich von außen offenbaret, beladen wäre. Diese Verschiedenheit in der Meinung über den Ort wo sich das elektrische Fluidum, das aus dieser Säule ausfährt, bildet, verändert aber nichts in der vorzüglichen Folgerung die ich aus der Prüfung des Phänomens ziehen wollte, nämlich: daß die aus dieser Dampfsäule geschleuderten Blitze kein Beyspiel von dem sind, was Herr von Saussure

glaubt,

glaubt, „daß die Dünste sich nie auf eine große Höhe erhöben, ohne die schrecklichsten Meteore hervorzubringen.“

§. 651.

„Der Hagel (sagt er darauf) welcher nothwendig das Aufsteigen der Dünste zu einer beträchtlichen Höhe voraussetzt, ist immer mit Elektricität begleitet; ich habe wenigstens niemals Hagel oder Graupenhagel bemerkt, daß nicht mein elektrischer Leiter entschiedene Zeichen von positiver oder negativer Luft-Elektrizität angegeben hätte.“ Ich will zuerst anmerken, daß diese Meinung von einem Aufsteigen der Dünste zu einer beträchtlichen Höhe, die ich selbst vordem als eine Ursache des Hagels wagte, mir jetzt wegen der oben (§. 641.) angeführten Gründe nicht mehr gegründet zu seyn scheint. Aber ausserdem ist das Faktum selbst, das Herr von Saussure uns hier meldet, daß bey dem Hagel oder den Graupen sein elektrischer Leiter das eine oder andre elektrische Zeichen angegeben, seiner Fundamental Hypothese von einer großen Anhäufung des elektrischen Fluidums oben in der Atmosphäre entgegen. Denn wenn diese Hypothese gegründet wäre; so würden sich niemals die Dünste bis in diese Gegenden erheben, ohne uns durch ihren Fall einen Theil dieses angehäuften Fluidums anzuzeigen. Der Leiter muste also beym Hagel immer positive Zeichen angeben und weil er auch zuweilen negative angiebt, so ist dies ein neuer Beweis daß dies Phänomen keinen Bezug auf die Hypothese habe. (S. die neueste Auflage der Erxlebenschen Naturlehre von Hrn. Prof. Lichtenberg Anmerkung zu §. 736. 569 u. 759.)

§. 652.

Der dritte Fall, den Herr von Saussure zum Beweise anführt, ist folgender: „Die Nordscheine sind gleich-

falls mit elektrischen Zeichen begleitet; und ihr Licht, welches in der Höhe wo es glänzt, keine Wirkung eines Entzündens seyn kann, scheint von dem elektrischen Fluidum in dem Augenblicke selbst hervorgebracht zu seyn, da es sich verdichtet, indem es sich in die ausnehmend hohen Dunstsäulen einfiltrirt." Ich will vorerst zugeben, daß die Analogieen der Nordscheine mit einigen elektrischen Phänomenen mir nicht hinreichend scheinen um daraus mit Gewißheit zu schließen, daß die erstern Phänomene von dieser Gattung sind. Es scheint mir überhaupt, daß das große Laboratorium der Atmosphäre uns noch zu wenig bekannt sey, als daß wir ohne unmittelbaren Grund berechtiget wären, unter die elektrischen Phänomene alle die phosphorischen Erscheinungen die wir hier wahrnehmen, zu rechnen. Das Licht offenbart sich bey der Zersetzung von so vielen Substanzen; es tritt so wahrscheinlich in die Zusammensetzung aller atmosphärischen Flüssigkeiten ein; wir sehen so deutlich und immer mehr daß diese Flüssigkeiten sich zusammensetzen und zersetzen: daß die phosphorischen Luftphänomene nicht mit Grunde auf die Zersetzung des elektrischen Fluidums gezogen werden können, wenn man nicht zu gleicher Zeit dabey auszeichnende Charaktere dieses Fluidums findet.

§. 653.

Diesem Grundsatze gemäß sehe ich nichts was uns berechtige, unter die elektrischen Phänomene das, was man gewöhnlich Meteore nennt, zu setzen; nämlich gewisse leuchtende Gegenstände bald in Gestalt von Kugeln, bald als mehr oder weniger ausgedehnte und anhaltende Furchen, die sich zuweilen des Nachts in heiterer Luft zeigen. Eben so wenig zeigt etwas die Gegenwart des elektrischen Fluidums in gewissen leuchtenden Gewölken an, einem seltenen Phänomen, das ich aber zu beobach-

ten

ten Gelegenheit gehabt habe und wovon ich hier die Umstände mittheilen will. Wie ich um 11. Uhr an einem Winterabend nach London zurückgieng, war die Luft sehr heiter ohne sehr kalt zu seyn und ohne daß der Mond schien; ich sah ein leuchtendes aus getrennten Kugeln bestehendes Gewölk, (Schäfchen) das eine Zone von mehrern Graden in der Breite bildete, die sich etwa von Osten nach Westen erstreckte, 30 bis 40° vom Zenith gegen Süden hinstrich und fast an den Horizont von beyden Seiten reichte. Ich wohne sehr nahe am Felde und konnte daher dies Phänomen leicht in seiner ganzen Ausdehnung beobachten und ich that es sobald ich seiner gewahr wurde, bis zu Ende. Diese Gattung von Gewölk, die so glänzend in ihrer ganzen Länge war, als ein kleines Gewölk vor dem Monde, verbarg anfangs alle Sterne. Allmählig unterschied sich sein Kuglichtes besser und die Sterne erschienen durch die Zwischenräume der Kugeln; ich entdeckte sie darauf in den Kugeln selbst, die nur einer Gaze glichen und nach 10 Minuten etwa zerstreuete es sich endlich ganz und gar zu gleicher Zeit. Es war hier einige phosphorische Zersetzung; denn woher rührte das Licht was aus dem ganzen Gewölke glänzte? Es war hier aber nicht das geringste elektrische Zeichen, denn alles war in Ruhe, bis auf eine kleine Bewegung welche das Ganze dieser Zone hatte.

§. 654.

Ich komme auf die Nordscheine zurück, deren Hellheit allein, aus noch anzuführenden Gründen, mir nicht hinlänglich scheint, sie unter die elektrischen Phänomene zu rechnen. Herr von Saussure führt einen andern Grund seiner Meinung in diesem Betracht an, nämlich die elektrischen Zeichen die sie begleiten. Aber die Nordscheine sind gleichfalls mit magnetischen Zeichen

begleitet; und dennoch hat es Herr von Swinden sehr wahrscheinlich gemacht, daß diese beyden Klassen von Phänomenen nicht einerley Ursache haben. Warum könnten sie also nicht zweyte Wirkungen einer entfernten Ursache seyn, die von ihren unmittelbaren Ursachen verschieden ist? Alle Zweige der Physik geben uns Beyspiele von diesen entfernten Verhältnissen zwischen gewissen Ursachen und Wirkungen, die ihnen nur mittelbar zugehören. Die Strecke, welche zuweilen der Nordschein einnimmt; sein haufiges Verbleiben an demselben Orte (denn das abwechselnde Schießen der Strahlen dabey ist eben nicht gemein) die lange Dauer welche es zuweilen mit derselben Intensität hat, scheinen mir eine phosphorische Ursache von einer andern Gattung als die Zerstörung des elektrischen Fluidums anzudeuten; ohne daß ich jedoch diese letztere ganz verwerfe.

§. 655.

Ich will also nunmehr zugeben, daß die Nordscheine gewiß ein elektrisches Phänomen sind, um die Folge, die Herr von Saussure daraus zieht, zu prüfen. „Ihr Licht (sagt er) scheint durch das elektrische Fluidum in dem Augenblick hervorgebracht zu seyn, wo es sich verdichtet, indem es sich in die äußerst hohen Dampfsäulen einfiltrirt.“ Dies wäre also ein Fall, wo das schreckliche Wiederherstellen des elektrischen Gleichgewichts, wovon er bald reden wird, sich zutragen müßte: der Blitz müßte auf die Gegenden fallen, aus denen diese Dampfsäulen bis zum Ocean des elektrischen Fluidums aufsteigen. Aber alle Erzählungen von den Gegenden, wo diese Scheine den Zenith einnehmen, beschreiben sie uns als ruhige Phänomene, welche das Land das sie erleuchten, statt zu schrecken, vielmehr ergötzen. Auch scheint mir, daß, wenn die Nordscheine in der That ein Phänomen

des

des elektrischen Fluidums sind, sie nicht so wohl seine Verdichtung, um sich in die Dunstsäulen einzufiltriren, als seine Verbreitung in der dünnen Luft anzeigen. Dem sey aber, wie ihm wolle, so sieht man wenigstens, daß die Nordscheine nicht zum Beyspiel angeführt werden können, von schrecklichen Meteoren, die durch das Aufsteigen der Dünste auf eine große Höhe hervorgebracht werden."

§. 656.

Herr von Saussure sagt ferner: „die Wasserhosen, die Orkane und selbst einige Erdbeben sind größten Theils die Wirkungen von Strömen der elektrischen Materie, welche durch die Dunstströme aus den höchsten Gegenden der Atmosphäre angezogen werden." Dies müßte also eine Folge der Nordlichter für die Bewohner des Nordens seyn, wenn sie auf die Art wie Herr von Saussure sich vorstellt, hervorgebracht wären. „Endlich (sagt er) kann die Elektricität der Wolken, dieses so häufige und jetzt so allgemein anerkannte Phänomen, einer natürlichern und wahrscheinlichern Ursache zugeschrieben werden?" Ich habe oben meine Meinung über dies Phänomen gesagt: da aber um seinetwillen Herr von Saussure die Grundsätze niedergelegt und die Thatsachen angeführt hat, welche ich bisher geprüft habe; so will ich Schritt vor Schritt der Anwendung, die er davon auf die Wasserhosen und Orkane macht, folgen. (Versuch einer Erklärung der Luftwirbel und Wasserhosen von Herrn Wilke. Abhandlungen der schwedischen Akademie vom Jahr 1782. u. 1785.).

§. 657.

„Es ist also nur noch übrig (sagt er) zu erklären, wie und unter welchen Umständen, die Dünste sich in diese hohen Gegenden der Atmosphäre erheben können.

Die wesentliche Bedingung ist, eine vollkommne Windstille, oder zum wenigsten die Abwesenheit jedes horizontalen Windes von einiger beträchtlichen Stärke oder Ausdehnung. Wir wissen aus Erfahrung, daß vor den schrecklichsten Gewittern, dem Hagel, Wasserhosen und Orkanen, immer lange Windstillen vorhergehen. In der That, damit die Dünste sich zu einer großen Höhe erheben können, muß kein horizontaler Wind sie durch seine Bewegung fortreißen oder sie durch seine Kälte verdichten." Dies ist ein Beyspiel von dem, was ich gleich anfangs sagte, daß Herr von Saussure die Dünste zuweilen nur auf die Art zu betrachten scheint, wie ich es schon in meinem ersten Werke der Meteorologie that, d. h. daß sie sich durch ihre geringere specifische Schwere in die Atmosphre erhöben und hier immer von der Luft unabhängig blieben. Dies heist aber sich gänzlich von seinem eignen Systeme von Auflösung der Dünste durch die Luft entfernen; denn als er davon handelte, sagte er im Gegentheil (§. 195.): „Es ist klar, wenn die Luft in einem Zustande von vollkommner Stagnation um einen mit Wasser geschwängerten Körper verbliebe, daß so bald die benachbarten Luftschichten an diesem Körper sich mit seiner Feuchtigkeit gesättiget hätten, sie aufhören würden den Körper auszutrocknen." Wie könnte sich also Wasser in die hohen Gegenden der Atmosphäre bey einer vollkommnen Windstille erheben? Wenn man auch den vertikalen Wind annimmt, den Herr von Saussure hernach bey diesen Phänomenen einführt; so könnte doch die aufsteigende Luftsäule kein andres Wasser in die Höhe nehmen, als das was sie aufgelöst hätte; und er hat selbst bestimmt, daß die Menge von Wasser, die sich mit der Luft durch die Ausdünstung vermischen kann, auf welche Art sie auch vorgehe, nur $\frac{1}{5}\frac{1}{4}$ ihrer Masse sey, wenn die Temperatur

peratur + 16° ist. Dies ist also alles was die obern Schichten davon enthalten können, die nichts anders als die Theile der unaufhörlich aufsteigenden Säule seyn werden, die nach und nach zu einem gewissen Gleichstande kommen werden: denn dies ist die einzige Idee die man sich von einem vertikalen Winde machen kann, indem man annimmt, daß er aus der Theorie flöße, und durch die Phänomene bewiesen wäre.

§. 658.

„Es ist darauf (sagt Herr von Sauſſure) ein hinlänglich heißer Sonnenschein nöthig, damit die Wärme durch die Windstille unterstützt, die Oberfläche der Erde beträchtlich erwärme. Es ist endlich nöthig, daß diese Oberfläche genung Feuchtheit enthalte, um die Dünste herzugeben, sie muß aber dennoch nicht mit Wasser bis auf den Punkt getränkt seyn, die Luft zu sättigen, und sie und die Erde durch eine zu häufige Ausdünstung zu erkalten.“ Ist dieser Fall nicht sehr häufig? Herr von Sauſſure redet hier nur von der Erde, weil er hier eine große Wärme hervorbringen will; bald aber schiebt er ihr das Meer unter. Nun ist es aber im Sommer sehr gewöhnlich, eine Folge schöner sehr stiller Tage zu sehen, sowohl auf dem Meere als festen Lande, und diese Stille herrscht vorzüglich während der größten Wirkung der Sonne. Warum entspringt nun nicht daraus, was Herr von Sauſſure diesen Umständen zuschreibt? „Wenn diese drey Bedingungen zusammenkommen (sagt er) so bildet sich nothwendig ein vertikaler Wind; denn so wohl die Wärme als die Vermischung der elastischen Dünste machen die Luft dünner, leichter und zwingen sie sich zu erheben. Dieser Wind bringt die Wärme in die obern Schichten der Luft und macht sie fähig die Dünste, die er allmählich mit sich zieht, aufzulösen.“

Ich

Ich habe schon oben (§. 598. 599.) diesen Gang geprüft und will nur hier erinnern, daß durch einen solchen Wind oder durch das beständige Aufsteigen einer ungeheuren Luftsäule, keine beständige obre Schichten seyn würden; sondern auf einander folgende Schichten, die zu einem gewissen Gleichstande kommen, mit ihrer eignen Wärme und ihren Dünsten, die nicht einmal ihr Maximum haben werden, weil Herr von Saussure nicht will, daß die Luft saturirt sey.

§. 659.

„Da also die Luft (fährt er fort) nirgends kalt genung ist, um die Dünste zu verdicken und daraus Wolken zu bilden, welche die Strahlen der Sonne verhindern könnten, bis auf die Erde zu gelangen und sie zu erwärmen; so breiten sich diese Dünste beynahe gleichförmig in der ganzen Masse einer vertikalen äußerst hohen Säule aus. Inzwischen geben ihr, die kleinen Ungleichheiten und die Bewegung. welche der Luft der vertikale Wind, der sie mit fortzieht, mittheilt, dies Zittern, welches ihre Durchsichtigkeit vermindert und die Säule wird dadurch sogar fähig durch die Sonnenstrahlen stärker erwärmt zu werden. Diese Wärme dehnt die Säule aus — —.“ Herr von Saussure redet hier immer von einer Säule; inzwischen sind alle Ursachen, worauf es hier ankömmt, einem sehr großen Theile der von den Sonnenstrahlen erleuchteten Halbkugel gemein. „Diese Wärme dehnt die Säule aus, macht sie leichter und vermehrt die Stärke des vertikalen Windes, der die Dünste zu einer stets sehr großen Höhe erhebt, indem er beständig eine Wärme mit sich führt, die im Stande ist zu verhindern, daß sie sich zersetzen. Alsdann empfinden die unglücklichen Einwohner in der Mitte der Basis dieser Säule eine erstickende Hitze — —.“ Ich sehe nicht ein weswegen; weil

weil sich hier nichts findet, was nicht jedem schönen und stillen Sommertage gemein wäre. „Die Sonne, deren Strahlen kaum ihre angehäuften Dünste durchdringen, erscheint ihnen roth und ihrer Strahlen entblöst — —“ Die elastischen (nicht präcipitirten) Dünste sind eben so durchsichtig als die Luft selbst. Wenn sich ein stetes Zittern der Lichtstrahlen an schönen Tagen findet, so geschieht dies allein wegen Unterschiede in dem Brechungsvermögen, welche diese Strahlen ohne sie aufzuhalten beugen. Die Dünste werden durchsichtig bleiben, denn Herr von Saussure nimmt sie nicht in ihrem Maximum an und er schreibt sogar der Luft eine Wärme zu, die im Stande sey zu verhindern, daß sie sich zersetzen. Man sieht ohne Zweifel bisweilen die Sonne roth und ihrer Strahlen beraubt; dies geschieht aber zur Zeit des Nebels oder durch trockne Ausdünstungen wie im Sommer 1783; welches gar keinen Bezug auf den Fall hat, den Herr von Saussure hier voraussetzt.

§. 660.

Nach dieser Stellung von Umständen als Vorläufer eines Gewitters fährt er fort: „Bald erreicht die Höhe der Dunstsäule die Gegenden, wo die Verdünnung der Luft dem elektrischen Fluidum Freyheit sich zu bewegen giebt.“ Ich halte mich hier einen Augenblick bey dem Ausdrucke Dunstsäule auf. Wenn die Luft, wie Herr von Saussure glaubt, die Dünste auflöst; so können sie sich nur mit ihr erheben. Beym Maximum und der Temperatur von + 16° enthält sie nach ihm nur $\frac{1}{5}\frac{1}{4}$ und diese Temperatur ist die größte mittlere Wärme, die man der in Bewegung seyenden Säule zuschreiben könne. Niemals an einem solchen Tage wie er ihn hier annimmt, erreichen die Dünste, sogar nicht beynahe, ihr Maximum in der Luft. Ich sehe also nicht wie diese Dunstsäule

säule sich mit seinem System verträgt. Was das meinige betrift, wo die Dünste immer unabhängig von der Luft, sich in der That erheben könnten; so verhindern mich unsre gemeinschaftlichen Beobachtungen über die beständige Trockenheit der obern Schichten der Luft, anzunehmen, daß sie sich hier jemals als Säule erheben und das Gewitter, welches ich auf den Gebirgen von Sixt ausgestanden nachdem ich hier kurz zuvor eine große Trockenheit bemerkt, würde schon allein verbieten, die Gewitter dem Aufsteigen der Dünste zuzuschreiben.

§. 661.

Die Folge der von Herr von Saussure vorausgesezten Begebenheiten unterstützt diese Gründe der Unmöglichkeit. „Das elektrische Fluidum, sagt er, fängt an diese Säule mit einem dumpfen und furchtbaren Geräusch zu durchstreichen; das Meer, durch dies Fluidum und das Saugen des vertikalen Windes angezogen, erhebt sich, läßt einige Stellen trocken und überschwemmt andre.“ Hier also (wie ich oben sagte) versetzt Herr von Saussure die Scene aufs Meer. Aber alsdann verlieren wir die scheinbarsten Umstände unter denen die er gesammelt hatte um große Phänomene hervorzubringen, nämlich: „eine hinlänglich brennende Sonne um die Oberfläche der Erde beträchtlich zu erwärmen — — und daß diese nicht, bis auf den Punkt, die Luft zu sättigen, mit Wasser getränkt sey.“ Er wollte aber die Wasserhosen erklären und zeigt in der angeführten Stelle zwey Ursachen von einem Aufschwellen an der Oberfläche des Meers an, wovon die erste das Anziehen ist, welches das elektrische Fluidum, das die Säule von aufsteigenden Dünsten durchstreicht, auf sie ausübt. Wenn man aber auch diese Säule und den Behälter von elektrischem Fluidum, den er in den obern Gegenden der Atmosphäre annimmt,

zugiebt;

zugiebt; so würde man hier noch keine Ursache von dieser Bewegung des Meeres finden. Das elektrische Fluidum, das sich mit der Schnelligkeit eines Blitzes längst dieser leitenden Säule hinstürzt, würde augenblicklich im Gleichgewichte seyn zwischen ihr und dem Theile des Meers der es aufnähme; denn es würde sich nicht schleuniger in das Meer verbreiten, als es durch die Säule herabzusteigen fortführe; und so wäre kein Grund zu einiger elektrischen Bewegung vorhanden. Was die zweyte Ursache betrift nämlich das Saugen des vertikalen Windes; so hat, auch zugegeben, daß alle angenommenen Wirkungen sich auf eine gewisse Säule äußerten (und nicht auf eine ungeheure Gegend) und daß also daraus ein vertikaler Wind entspränge, Herr von Saussure selbst die Kraft des Saugens eines solchen Windes bestimmt: „Wenn die ganze Atmosphäre (sagt er §. 288.) von der äußersten Trockenheit zu einer vollkommnen Sättigung übergienge, so würde sich das Barometer nur um zwey Linien verändern.“ Es könnte also nur durch diesen kleinen Unterschied im Druck das Meer unter der aufsteigenden Säule gehoben werden, und sogar nur durch einen Theil dieses Unterschiedes, weil die Säule anfangs nicht von äußerster Trockenheit war. Und wenn man sogar eine Veränderung von 1 Zoll im Barometer annähme, so würde dieser Unterschied im Druck, der nur 14 bis 15 Zollen Wasser entspricht, zur Erklärung der Wasserhosen nichts vermögen.

§. 662.

„Endlich (sagt Herr von Saussure) wenn die Dünste eine Höhe erreicht haben, wo eine hinlängliche Kälte herrscht, daß der vertikale Wind sie nicht überwältigen kann, so verdichten sie sich, fallen als Wasser herab oder bilden Bläschen.“ Ich will hier noch erinnern, daß bey

der Hypotheſe eines vertikalen Windes keine kalte Schichten vorhanden ſeyn können; denn die Schichten, welche anfangs kalt waren, wären durch das Aufſteigen der unten in der Atmosphäre erwärmten, weggetrieben. „Die Undurchſichtigkeit dieſer verdichteten Dünſte (fährt er fort) verbirgt die Sonne vor den übrigen Säulen, ſie erkaltet plötzlich, verwandelt die Feuchtigkeit die ſie enthält in Schnee oder Eis.“ Ich habe bereits oben (§. 596.) Herrn von Sauſſure ſelbſt gemäß bemerkt, daß jede Wirkung, die aus dieſem Umſtande entſpringen könnte, Nebel oder Thau wäre: es erhellt aber noch unmittelbarer aus Theorie und Erfahrung, daß die bloße Dazwiſchenkunft von Wolken in einer, wie man annimmt, anfangs von der Sonne ſehr erhitzten Luft, ſie nicht auf den Punkt erkalten könne, um hier Schnee oder Eis hervorzubringen. „Dies ungeheure Volumen von Dünſten, (ſetzt Herr von Sauſſure hinzu) verliert plötzlich ſeine Elaſticität, die Luft ſelbſt verdichtet ſich; daraus entſpringt ein ungeheurer leerer Raum, Winde von größter Heftigkeit; ein noch größeres Erheben des Meers als zuvor und Ueberſchwemmungen von aller Art.“ Herr von Sauſſure hat hier nicht nach ſeinen Verſuchen geſchloſſen, wie er that, um meine Hypotheſe von den Veränderungen des Barometers zu widerlegen. Denn wenn die ganze Atmosphäre, indem ſie von der äußerſten Trockenheit zur vollkommnen Sättigung bey einer Temperatur von + 16° nach unſerm Thermometer übergeht, nur $\frac{1}{5}\frac{1}{4}$ ihrer Maſſe an Dünſten erlangt; wie könnte eine Veränderung in der Wärme, die bloß von der Dazwiſchenkunft der Wolken herrührte, ſo ſchreckliche Wirkungen in dem Theile der Säule hervorbringen können, auf den ſie Schatten würfen; unterdeſſen die nothwendige ſtufenweiſe Wirkung dieſes Erkaltens, höchſtens die langſame Zerſtörung einer Menge

von Dünsten wäre, die $\frac{1}{200}$ des Volumens der zwischen dem Meere und den Wolken eingeschlossenen Säule gleich ist?

§. 663.

Ich will nicht weiter ausführlich den Phänomenen folgen, welche Herr von Saussure den anfangs vorausgesetzten Umständen zuschreibt; weil man hier eben so dieselben Einwürfe machen kann. Denn es betrift hier im Grunde dieselben Umstände, welche vielen schönen Sommertagen gemein sind, und Voraussetzungen eines Vertikalwindes und einer Menge von Dünsten, die er in wenigen Stunden in der Luft anhäufen kann. Indessen ereignen sich zuweilen die heftigen vom Herrn von Saussure beschriebenen Bewegungen in der Atmosphäre und der geringe Erfolg seiner Bemühungen, sie nach den Gesetzen der Elektricität und Hygrologie zu erklären, bestätiget, was ich bereits festgesetzt hatte, daß nämlich diese Gesetze hier unzureichend sind, und daß sich hier eine große Lücke in unsern meteorologischen Kenntnissen befindet.

Drittes Kapitel.

Von der Zwischenzeit zwischen der Ausdünstung und dem Regen.

§. 664.

Nach allem, was ich in den beyden vorigen Kapiteln über den Regen und die Gewitter gesammelt habe, bin ich bewogen zu glauben; daß zwischen der Ausdünstung des Wassers (d. i. seinem unmittelbaren Aufsteigen in die Atmosphäre,) und seinem Fallen als Regen, es durch einen Zustand geht, wo es sich dem Hygrometer entzieht: daher sind die Gesetze der Hygrologie nicht zureichend zur Erklärung dieses ersten unter den meteorologischen Phänomenen. Ich werde aber jetzt zeigen, daß wir auch durch die Phänomene der schönen Tage auf diesen Schluß geleitet werden.

§. 665.

Wir wollen uns an die erste Quelle des Wassers, das sich in die Atmosphäre verbreitet, versetzen, ich meine an die ungeheure Oberfläche des Meers: oder vielmehr wollen wir von dem Ende einer Regenzeit die einen großen Theil der Erde tief mit Wasser getränkt hat, ausgehen und diesen Theil mit dem Ocean verbinden und so diese ungeheure Quelle von Dünsten umfassen. Die Ausdehnung einer solchen Oberfläche von Ausdünstung, bringt nothwendig den Theil der Atmosphäre der auf ihr ruht, was dies Vermögen sich mit Dünsten zu vermischen betrift, zu demselben Zustande, in dem sich eine über Wasser in einem Recipienten eingeschlossene Luftmasse befindet; denn ihre Basis giebt überall Dünste, und die Dauer der Ausdünstung während einer langen Reihe schöner Tage

ersetzt die Höhe der atmosphärischen Säulen, in Vergleichung mit denen der eingeschlossenen Luft. Wenn also die Dünste ihre Natur in der Atmosphäre nicht änderten, so müsten sie hier die Feuchtheit von Tage zu Tage vermehren und sie endlich sogar zu ihrem Maximum bringen, von Schichte zu Schichte bis zu den Gränzen der merkbaren Atmosphäre. Indeß wollen wir die Erfahrung fragen. Diese Ausdünstung ohne Regen dauert zuweilen einige Monate auf der ungeheuren Fläche der Meere und einem großen Theile des festen Landes, und ohngeachtet dieser großen Dauer ändert sich gewöhnlich in der Feuchtheit der untern Schichten über dem Meere nichts; oder wenigstens haben die Veränderungen, welche man hier zuweilen bemerkt, keine Verbindung mit dieser Ursache. Auf dem Lande hingegen nimmt die Trockenheit immer zu. Die Vermindrung der Wärme des Nachts bringt einige Zeit Thau hervor; aber dies Symptom nimmt von Tage zu Tage ab und hört sogar zuweilen endlich auf. Auf dem Meere ist der Thau anhaltender; aber der, welcher das Verdeck und die Seegel der Schiffe befeuchtet, hat so wenig Verhältniß mit der in 24 Stunden ausgedünsteten Menge Wassers, daß ihn die ersten Sonnenstrahlen zerstreuen.

§. 666.

In den Klimaten, wo die Luft nach Sonnenuntergang noch heiß genung bleibt, daß die Dünste, die sich noch in ihren untern Theilen befinden, ihr Maximum nur langsam übersteigen, trübt die Entstehung des Thaues ihre Durchsichtigkeit wenig. Aber in den kältern Klimaten, wie der Norden von Europa, wo der Unterschied in der Temperatur des Tages gegen die Nacht beträchtlich genung ist, ereignet es sich oft auf den Wassern oder in feuchten Gegenden, daß 2 oder 3 Stunden

nach Mittag die Luft anfängt sich zu trüben: und in diesem Falle scheint die Höhe, welche der Nebel erreicht, diejenige anzuzeigen, wo die Dünste noch alle in ihrem ersten Zustande vorhanden sind und also den Gesetzen der Hygrologie folgen. Ich habe mehrmalen dies Phänomen an den Küsten der Nordsee beobachtet und Herr Watt hat es mir, durch ähnliche Beobachtungen an der West-Küste von England, bestätiget. Er schreibt mir darüber folgendes: „Ich habe in Cornwallis beobachtet, fast an allen heißen Tagen, da ein West oder Nord-West-Wind herrschte, daß, etwa um 2 oder spätestens um 4 Uhr Nachmittags, sich ein Nebel auf dem Meere bildete und ahmählich über das Land erstreckte, wo er große Feuchtheit und Kühle hervorbrachte: er nahm aber ab, so wie er sich von dem Meere entfernte und ich glaube, daß er selten die Ost-Küste der Halbinsel erreichte.“ Dies zeigt den Unterschied, den ich oben angegeben habe, zwischen dem Meere und dem Lande bey einer langen Reihe von schönen Tagen: wenn letzteres nicht feucht ist, so zerstreuen sich die Nebel die ihm vom Meere zukommen, bald: ist es aber feucht, wie gewöhnlich die nördlichen Seeküsten, so bilden sich hier die Nebel zu gleicher Zeit, wie auf dem Meere.

§. 667.

Dies ist also der Gang der allgemeinen Phänomene, sowohl der Ausdünstung als der Dünste die sie hervorbringt, während langer Reihen schöner Tage und sogar zu jeder Jahrszeit. Wie auch der Zustand der Luft sey, so hört die Ausdünstung nie auf: und der Unterschied der Nacht und des Tages hierin ist so groß nicht, wie man sich gewöhnlich einbildet; weil der Boden nur langsam die Wärme verliert, die er bey Tage erlangt hat, und die Temperatur der Oberfläche großer Wassermassen

massen sich sehr wenig ändert. Von der ganzen Wassermenge, welche die Luft binnen 24 Stunden aufnimmt, giebt sie ihrer Basis nur den Thau zurück; der nur einen kleinen Theil dieser Menge ausmacht. Indessen zeigt uns das Hygrometer nicht an, daß diese Anhäufung von Wasser, die Feuchtigkeit in der Atmosphäre vermehre; vielmehr nimmt sie hier gewöhnlich ab bis zur Wiederkunft des Regens; und diese Wiederkunft ist nicht nothwendig mit Veränderungen in den merkbaren Umständen, wovon ich die Phänomene beschrieben habe, verbunden.

§. 668.

Ehe mich die Beobachtungen lehrten, daß die Luft oben auf den Gebirgen trockner sey als auf den Ebnen: zweifelte ich keinesweges, darüber erstaunt daß, ohngeachtet der Fortdauer der Ausdünstung, die Feuchtheit sich in den untern Schichten der Luft nicht vermehrte; daß die Dünste sich nicht in die obern Schichten erhöben, und daß sie sich nicht in den Gegenden sammelten, wo sich hernach die Wolken bilden. Aber meine und des Herrn von Sauſſure hygrometrischen Versuche und Beobachtungen insgesammt, haben mich gelehrt; daß diese Anhäufung von Dünsten in gewissen Luftschichten nicht vorhanden sey; daß wenn sie in ihrem Maximum sind, ihre Menge immer sehr geringe ist, und daß die obern Schichten noch weniger als die untern haben: und ich fand darauf, daß auch ohne die Hülfe dieser besondern Versuche und Beobachtungen, wir uns überzeugen können, daß die Dünste ihre Natur in der Luft verändern. Es ist hiezu die Betrachtung hinlänglich, was die Folge von der Kälte seyn würde, die beständig und in jedem Klima oben in der Atmosphäre herrscht, wenn die Dünste, die sich ohne Aufhören an ihrer Basis bilden,

in diese Gegend gelangten. Herr von Sauſſure ſchloß daraus die Bildung der Wolken durch die bloße Ausdünſtung von einigen Stunden, indem er annahm, daß eine Bewegung der Luft von oben nach unten hier alsdann die Dünſte hinbrächte, und er zweifelt nicht, daß dieſes die Wirkung von dem beſtändigen Aufſteigen der Dünſte ſey, die, indem ſie in die kalten Schichten kommen, hier den Geſetzen der Hygrologie unterworfen bleiben. Denn es iſt faſt immer ein größrer Unterſchied in den Temperaturen der obern und untern Schichten der Atmosphäre bey Tage als bey den letztern zwiſchen dem Tage und der Nacht in Norden von Europa: und wir wiſſen, daß durch dieſen letztern Unterſchied in den Temperaturen, die Dünſte Nebel bilden, welche die Luft trübe machen.

§. 669.

Es iſt alſo die beſtändige Durchſichtigkeit der hohen Schichten der Atmosphäre (während langer Reihen von ſchönen Tagen und ohngeachtet des Unterſchiedes des Tages und der Nacht) eines von den großen Geheimniſſen der Natur und zugleich eines ihrer Wunder. Die Ausdünſtung giebt das Waſſer des Regens her, wir wußten dies durch Vergleichung der Mengen von beyden; aber wir dachten nicht an die Zeit, welche zwiſchen dem Aufſteigen und Fallen dieſes Waſſers verfließt. Wir wußten, daß eine beſtändige Kälte in den obern Gegenden der Atmosphäre herrſche; der ewige Schnee, welcher die Gipfel hoher Gebirge in allen Klimaten bedeckt, belehrte uns darüber; und wir bedachten nicht, daß, wenn das ausgedünſtete Waſſer ſeinen erſten Zuſtand behielte, indem es ſich in der Atmosphäre um Regen zu bilden ſammelt, ein beſtändiger Nebel die obern Luftgegenden anfüllen müßte. Wir erſtaunten nicht, ſage ich, über

lange

lange Folgen von schönen Tagen, weil unsre hygrologischen Grundsätze zu unbestimmt waren, um davon sichre Anwendungen auf die Meteorologie zu machen. Aber jetzt da uns genauere Grundsätze leiten, bringen sie eben so sehr unsre Bewunderung als Erstaunen hervor. Die Regenbehälter füllen sich an, ohne daß wir in der Zwischenzeit weder Dunkelheit verspürten, noch Verminderung in einem gewissen Grade der Trockenheit, den wir zu allem nothwendig sehen. Die Dünste die sich unaufhörlich bilden, verschwinden für das Hygrometer, so wie dem Auge; wir genießen einer heitern Luft, obgleich die Bestandtheile die sie trüben werden um Regen herzugeben, sie lange zuvor trüben könnten, durch ihre tägliche Anhäufung, wenn nicht irgend eine verborgene Ursache ihnen ihre Durchsichtigkeit erhielte. Kurz, Dünste, die ohne Aufhören in die Luft stiegen, ohne ihren Zustand zu ändern, würden sie immer feucht und durch hohe Wolken verdunkelt halten: ein steter Thau würde alles befeuchten und die Sonnenstrahlen nie unsre Erndten zur Reife bringen.

§. 670.

Dies würden also die Folgen seyn von dem, was wir uns unbestimmt über die Phänomene der Ausdünstung und des Regens einbildeten, und dies ist jetzt das große Problem für die Chemie sowohl als für die Meteorologie, welches richtigere Beobachtungen den Untersuchungen der Physiker darbieten. Eine doppelte Metamorphose entzieht die Dünste unserm Auge und den Gesetzen der Hygrologie an schönen Tagen, um sie ihnen aufs neue zu unterwerfen, wenn es regnen soll. Das ausgedünstete Wasser verbirgt sich in der Atmosphäre unter der Gestalt irgend eines luftförmigen Fluidums; denn nur dadurch kann es ihrem Drucke, der auf ihm in dem Maaße

wächst, wie es sich hier anhäuft, und den großen Unterschieden in der Wärme, die es hier leidet, entgehen. Aber dies Wasser nimmt von Zeit zu Zeit seine erste Gestalt in irgend einer Luftschichte an; und alsdann macht der Ueberfluß der erzeugten Dünste, daß sie schnell ihr Maximum überschreiten; wodurch Wolken und Regen entstehen. Wenn aber gleich meine über die meteorologischen Phänomene angestellten Untersuchungen mich überzeugten, daß diese Gattung von Ursachen in der Luft vorhanden wäre; d. h. daß die Luft selbst, sich abwechselnd bilde und zerstöre; so gestehe ich, daß ich nichts befriedigendes weder über die verschiedenen Gattungen von Veränderungen gefunden habe, welche bey verschiedenen Phänomenen Statt haben müssen, noch über die Art wie sie gewirkt sind. Ich habe viele Hypothesen über verschiedene Zweige dieser Phänomene entworfen. Denn obgleich der Regen hier seinen ersten Platz einnimmt, sowohl wegen seiner Häufigkeit als der Dunkelheit seiner Ursache; so ist er doch nicht das einzige meteorologische Räthsel. Aber keine dieser Hypothesen hat bis zu Ende die Prüfung der Thatsachen ausgehalten. Ich will mich also jeder besondern Hypothese enthalten und nur auf diejenigen einschränken, welche bloß Wege für die Untersuchungen vorschreiben; wobey ich mich der Entdeckungen bediene, die man jetzt so schnell in der Lehre von den luftförmigen Flüssigkeiten macht.

Vier-

Viertes Kapitel.

Gründe für die Meinung, daß das Wasser in der atmosphärischen Luft selbst gebildet wird.

Erster Abschnitt.

Einige Umstände die sich auf die Entdeckung des Wassers in Luftgestalt beziehen.

§. 671.

Ich kam nach England im Anfange von 1773 und gegen das Ende dieses Jahres hatte ich das Glück mit Herrn Priestley zu Calne in Wiltshire wo er damals wohnte, bekannt zu werden. Ich traf ihn mit Versuchen über die verschiedenen Luftarten sehr beschäftigt an, die er das folgende Jahr herausgab und er hatte die Güte sie mir mitzutheilen. Betroffen, wie ich schon damals war, über die Erzeugung des Regens in trockner Luft, über das Erscheinen und Verschwinden der Wolken ohne anscheinende Ursache, über die plötzlichen Ungewitter die sich in stiller und durchsichtiger Luft bildeten, über den Hagel und Donner die sie oft begleiten; kurz über alle große meteorologische Phänomene deren Ursachen für mich immer dunkler wurden; stimmte die Unordnung, die daraus in meinen meteorologischen Ideen entstand, so gut mit der aufkeimenden Ungewißheit über die Natur der Luft selbst zusammen, daß ich weit zufriedener wurde. D. Priestley bewunderte selbst die Wirkung, welche die Metamorphosen die er unter meinen Augen hervorbrachte, auf mich hatten so sehr, daß er mir deswegen nach und nach alle seine Entdeckungen, die mir wichtig seyn konnten, mittheilte.

§. 672.

Die Hofnung, welche ich damals faßte, endlich einiges Licht in der Meteorologie entstehen zu sehen, nahm seitdem mit jedem unerwarteten Faktum zu, das die Luftförmigen Flüssigkeiten betraf, in dieser großen Summe von Entdeckungen des D. Priestley selbst und aller derer, die sich mit ihm verbunden haben dies ungeheure Feld zu bebauen. In der That waren, Verwandlungen concreter Substanzen in ausdehnbare Flüssigkeiten; die verschiedenen Wirkungen derselben auf einander und auf andre Substanzen; ihre Zurückkunft in den concreten Zustand unter neuen Gestalten; so neue Phänomene in der Pyysik, sie zeigten hier so viele unerwartete Gesetze und Ursachen die wir gar nicht muthmaßten; daß daraus eine immer festere Hoffnung erwuchs, endlich irgend eine große Wahrheit aufkeimen zu sehen, deren Einfluß die ganze Physik umfassen würde. Seit 1781, da ich anfieng meine meteorologischen Zweifel zu ordnen, war ich fast alle Monate im Begriff etwas hierüber herauszugeben, als D. Priestley mir die Erlaubniß gab von allem Gebrauch zu machen, was er mir nach und nach mittheilte und hierauf einigen Bezug haben könnte. Aber seine letzten beiden Bände von Versuchen und Beobachtungen über verschiedene Gegenstände der Physik übernehmen mir jetzt die ausführliche Erzählung der meisten seiner Entdeckungen, die ich nur beyläufig anzeigen will, nachdem ich zuvor die Epoche, wo meine Hoffnungen sich zu realisiren anfiengen, bestimmt habe.

§. 673.

Gegen das Ende des Jahrs 1782 gieng ich nach Birmingham, wo sich D. Priestley seit einigen Jahren niedergelassen hatte. Er theilte mir darauf mit: daß Herr Cavendish, nach einer Bemerkung von Herrn Warl-

Warltire, welcher beständig Wasser in den Gefäßen gefunden hatte, in denen er eine Mischung von brennbarer und atmosphärischer Luft verbrannte, sich bemühet, die Quelle dieses Wassers zu entdecken und gefunden habe: „daß eine Mischung von brennbarer und dephlogistisirter Luft in gehörigem Verhältniß, durch den elektrischen Funken angezündet, sich gänzlich in Wasser verwandelte.“ Diese Entdeckung setzte mich in die gröste Verwunderung. Wasser unter irgend einer Luftgestalt, war für mich, was das Antreffen der Seevögel für Schiffer ist, die ihre Magnetnadel verloren haben und aufs Gerathewohl Land suchen.

§. 674.

Bald darauf erhielt ich zu London einen Brief vom 11ten December von D. Priestley, worinn er schreibt: „In der Hoffnung Ihnen Vergnügen zu machen, theile ich Ihnen einen merkwürdigen Versuch mit, den ich, seit Ihrer letztern Gegenwart bey mir, gemacht habe und ich glaube, daß er durch Ihre Theorie über die Wirkungsmittel der Natur einiges Licht erhalten werde.“ (Dies betrift meine Theorie über die ausdehnbaren Flüssigkeiten nach dem System der mechanischen Physik von Herrn le Sage) „Ich verwandelte sehr leicht reines Wasser in permanente Luft, Gewicht für Gewicht, indem ich es mit lebendigem Kalke verband und einer starken Hitze aussetzte. Wie ich eine Unze Wasser gebraucht hatte, gieng nichts davon in Dünste über; ein gläserner Ballon, zwischen der Retorte und dem Gefäße die Luft aufzufangen gestellt, blieb frisch und trocken. Die Luft ist zum Theil fixe; und insgesammt von der Natur, daß ein Licht kaum in ihr brennt.“

§. 675.

§. 675.

Ich war im Begriff nach Paris zu reisen, als ich diesen Brief erhielt und schrieb sogleich an den D. Priestley und bat ihn mir zu erlauben, diese neuen Phänomene hier einigen Physikern mitzutheilen, mit denen ich mich oft in den beyden vorigen Jahren über Meteorologie unterhalten hatte. Ich erhielt seine Antwort im Januar 1783 zu Paris: „Ich antworte Ihnen sogleich da ich Ihren Brief erhalten habe und addressire den meinigen Ihrem Verlangen gemäß nach Paris. Die Einwürfe die man, wie Sie mir melden, zu London gegen meine letzten Versuche gemacht hat, haben so wenig Grund, daß ich mich dabey nicht aufhalte; es müssen aber neue Umstände noch geprüft werden, ehe man auf ihre Bekanntmachung denken kann. Wenn ich eine irdene Retorte gebrauche, die vor und nach dem Versuche von der Luft undurchdringbar ist, so kann ich ihn, so oft ich will, wiederhohlen, indem ich neues Wasser auf denselben wiederum calcinirten Kalk schütte und ich erhalte immer dieselben Resultate d. h. ich bekomme jederzeit durch dies Wasser Luft, Gewicht für Gewicht. Gebrauche ich aber eine gläserne Retorte, so geht alles Wasser als Dünste über und ich erhalte keine Luft. Wenn ich einen Flintenlauf nehme, so bekomme ich viel Luft; dies ist aber entzündbare, die mit einer leckenden Flamme brennt: ich glaube sie besteht aus gemeiner entzündbarer Luft, wie sie der Flintenlauf allein geben würde, mit fixer vermischt.

„Wenn ich nur etwas Wasser in eine irdne Retorte thue und es zu destilliren suche; so verwandelt sich nur wenig in Dunst und oft gar nichts; es erzeugt sich aber viele Luft. Eine Unze Wasser auf diese Art behandelt, gab auf 100 mal ihr Volumen an Luft, die fast eben so

rein

rein war wie die atmosphärische: dies habe ich mit derselben Retorte oft wiederholt. Obgleich aber diese Retorten luftdicht sind, so ziehen sie doch Wasser ein; daher ist dieses Faktum eigentlich von derselben Natur mit dem erstern. Mit Kreide und Gyps verbundenes Wasser giebt in einer irdnen Retorte gleichfalls viel Luft."

„Ich habe die Ursache von dem Unterschiede in diesen Resultaten noch nicht entdeckt. Die Thatsachen sind so, wie ich sie Ihnen erzähle und ich überlasse es Ihnen davon Gebrauch zu machen. Ich glaube aber daß man jede förmliche Bekanntmachung noch aufschieben und ihrer nur als physischer Neuigkeiten erwähnen müsse, bis ich die Untersuchungen weiter getrieben habe. Ich habe bereits zu dieser Absicht eine Menge Versuche angestellt, wovon einige sehr merkwürdig sind, deren Erzählung aber für einen Brief zu weitläufig seyn würde."

„Es ist um so mehr wahrscheinlich, daß das Wasser in Luft verwandelt werden könne, weil, wenn ich dephlogistisirte Luft mit brennbarer durch einen elektrischen Funken zersetze, ich jederzeit auch daun viel Wasser erhalte, wenn die beyden Luftarten bey ihrem Entstehen über Quecksilber aufgefangen und nie mit dem Wasser in Berührung gekommen sind. Ihre Thatsachen und Urtheile darüber sind sehr merkwürdig und verdienen besondre Aufmerksamkeit; ich hoffe Sie aber noch besser zu verstehen, wenn ich mich darüber mit Herrn Watt unterhalten habe."

§. 676.

Wie ich diesen Brief zu Paris erhielt; so theilte ich ihn und den vorigen verschiedenen Mitgliedern der Akademie der Wissenschaften mit. Aber die Ausnahme welche die gläsernen Retorten bey Erzeugung des Wassers

durch

durch die Luft machten, verbunden mit der herrschenden Idee, daß die Luft viel Wasser in Auflösung halten könnte, hinderte, daß man weder bey Verwandlung der beyden Luftarten in Wasser, noch bey den meteorologischen Folgen die ich aus diesen neuen Phänomenen zog, sich beruhigte.

§. 677.

Wie ich im Februar nach England zurück kam, gieng ich im März nach Birmingham; sehr begierig den Fortgang des Herrn Priestley in seinen Versuchen über die Bildung der Luft durch Wasser zu erfahren. Er hatte eine große Menge in verschiedenen Formen angestellt; deren Beschreibung ich übergehe, da sie in den Philos. Trans. und im III. Band seiner Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gegenstände der Physik bekannt gemacht sind. Diese neuen Versuche scheinen so entscheidend, daß, ohngeachtet der Ausnahme bey der gläsernen Retorte, D. Priestley jederzeit von dem Vermögen der Wärme, die von irgend einem Umstande der von den irdnen Retorten abhieng unterstützt ist, Wasser in Luft zu verwandeln überzeugt war. Er theilte mir auch darauf die Versuche mit, die er nach Herrn Cavendish, über die Erzeugung des Wassers durch Verbrennen der dephlogistisirten Luft mit der entzündbaren angestellt hatte. Es war ihm geglückt, diese Luftarten in solchen Verhältnissen zu gebrauchen, daß sie sich fast gänzlich zerstörten und eine ihrem Gewichte gleiche Menge Wassers gaben; dies zeigte er mir, indem er dies Verfahren in meiner Gegenwart wiederholte. Herr Watt hatte ebenfalls an diesen neuen Phänomenen über Wasser und Luft vielen Theil genommen und daraus eine Theorie geschlossen, die er sich durch unmittelbare Versuche zu bestätigen vornahm. Ich hielt mich damals

nur

nur kurze Zeit zu Birmingham auf, und drang in Herrn D. Priestley und Herrn Watt ihre Untersuchungen über diese Gegenstände weiter zu treiben, vorzüglich wegen ihrer Wichtigkeit für die Meteorologie.

§. 678.

D. Priestley kam im April nach London und berichtete Herrn Watt, daß er die Absicht habe, alle diese Versuche der Königlichen Societät mitzutheilen; daher der letzte ihm einen Brief vom 26. des Monats schrieb, worinn er seine Theorie über die Bildung des Wassers durch die wechselsweise Zersetzung der dephlogistisirten und inflammablen Luft, erwähnte. Er schickte mir zugleich einen Auszug aus diesem Briefe, wovon folgendes das wesentliche ist. Er erzählt hier zuerst die (jetzt allgemein angenommene) Thatsache, von Erzeugung des Wassers durch Verbrennen einer Mischung dephlogistisirter und inflammabler Luft, und setzt dann hinzu: „Sind wir also nicht berechtigt aus diesem Phänomen zu schließen, daß das Wasser aus dephlogistisirter und brennbarer Luft oder Phlogiston zusammengesetzt sey, die ihrer latenten oder Elementarwärme beraubt sind: und daß die dephlogistisirte Luft seines Phlogistons oder der Basis der brennbaren Luft beraubtes Wasser und mit einer gewissen Menge Elementarwärme und Licht verbunden sey; daß aber diese beyden Bestandtheile hier in einem latenten Zustande enthalten sind, so daß sich der eine nicht am Thermometer und der andre nicht unsern Augen zeigt? Und wenn das Licht nur eine Modifikation der Wärme ist, oder ein Umstand der sie begleitet, oder ein Bestandtheil der brennbaren Luft; ist dann die dephlogistisirte Luft nicht dephlogistisirtes Wasser bloß mit Elementarwärme verbunden?“

„In

„In allen Fällen, wo man diese letzte Luft hervorbringt, haben die Substanzen, deren man sich bedient, durch irgend einen ihrer Bestandtheile, eine sehr große Verwandschaft mit dem Phlogiston; und sogar, wie mir scheint, eine größre Verwandschaft, als der Theil des Wassers, welcher die dephlogistisirte Luft bildet. Bey Erzeugung dieser Luft aus Salpeter ist es bekannt, daß die Salpetersäure unter allen Substanzen die meiste Anziehungskraft für das Phlogiston habe. Wenn also der Salpeter roth glühet, so wirkt die Säure auf das Krystallisationswasser dieses Salzes, das, alsdann an andern Substanzen hängend, gezwungen ist, diesen Grad der Hitze auszuhalten. Die Säure dephlogistisirt also dieses Wasser, das Feuer giebt ihm Elementarwärme und es entweicht in Luftgestalt. Man wird ohne Zweifel fragen, was denn aus der Salpetersäure und dem Phlogiston, das ich mit ihr verbunden annehme, werde? Ich will aber diese Frage nicht zu beantworten suchen, bis man wisse, was für eine Substanz aus der wirklichen Verbindung dieser beyden, ohne Beymischung von Wasser oder andern Substanzen, entspringe. Denn was die Salpetersäure, so wie wir sie kennen, anbetrift; so nehme ich an, daß sie aus der nicht vollkommen phlogistisirten Säure des Salpeters mit Wasser verbunden, entstanden sey. In den Fällen, wo man dephlogistisirte Luft durch Alaun oder andre vitiolische Salze hervorbringt, sieht man deutlicher, wo das Phlogiston, was einem Theile des Wassers entzogen ist, hinkomme; weil diese Salze immer zugleich vitriolsaure Luft geben, welche, Vitriolsäure mit Phlogiston, einem Theile von dem Wasser im Salze und mit Elementarwärme verbunden zu seyn scheint. Wenn endlich dephlogistisirte Luft durch Metallkalke erzeugt wird, so nehme ich an, daß sie es sind, die das Phlogiston

ston anziehen, entweder aus dem Wasser das sie enthalten oder aus der Luft, die sie bey ihrem Entstehen eingesogen haben.

§. 679.

Auf diese Art also erklärte Herr Watt schon im April 1783 die Entstehung des Wassers durch die gegenseitige Zersetzung der dephlogistisirten und inflammabeln Luft. Diesem setzte er, aber nur als Korollarium eine Probe von Erklärung der letzten Versuche des D. Priestley, darauf hinzu. Er glaubte, daß man die Bildung der Luft durch Wasser in den irdnen Retorten dadurch erklären könnte, weil die Substanz derselben durch die Wärme unterstützt, sich des Phlogistons im Wasser bemächtige. Und was das Phänomen mit den gläsernen Retorten betrift, wo das Wasser, welches von kleinen Stücken irdner Retorten eingesogen und so in die erstern gebracht ist, nur Dünste hervorbrachte, so glaubte er, daß die Dephlogistisirung des Wassers durch die Erde, ein Durchlassen des Phlogistons in die äußere Luft durch die Theilchen der Erde erfordere und ein Erneuern der Luft um ihr, welches in der gläsernen Retorte nicht Statt hätte.

§. 680.

Herr Watt gab Herrn Priestley die Erlaubniß diesen Brief der Königlichen Societät mitzutheilen, so wie auch seine Versuche, und dieser zeigte ihn verschiedenen Mitgliedern der Societät und gab ihn endlich dem Präsidenten Herrn Banks, indem er ihn bat, ihn zugleich mit seiner Abhandlung vorlesen zu lassen. Aber Herr Watt wünschte darauf, daß dieser Brief in der Gesellschaft nicht vorgelesen würde; weil er erfuhr, daß man seine Theorie zu gewagt fand, indem eine solche Sub-

stanz wie das Wasser, die bisher für elementarisch gehalten wurde, hier unter die gemischten Körper gesetzt war: so daß er diese Theorie, mit dem Resultate einiger Versuche die er sich noch vorgenommen hatte, zu begleiten wünschte. Da ich aber bereits glaubte, daß das Wasser ein Mixtum sey, das vorzüglich verdiente zerlegt zu werden; so ersuchte ich ihn, anstatt ihn durch diesen Einwurf abzuschrecken, seine Theorie bekannt zu machen: als er aus einem neuen Grunde wünschte, daß sie nicht in der Gestalt, wie sie sich in dem Briefe an den D. Priestley befindet, erschiene.

§. 681.

Der Fundamentalversuch über die anscheinende Hervorbringung der Luft durch Wasser, war (wie man oben aus dem ersten Briefe des D. Priestley gesehen hat); daß Wasser, von Kalk oder Thon eingezogen, in eine irdne Retorte gethan und hier der Wärme ausgesetzt, Luft gab von gleichem Gewichte mit den seinigen, ohne allen Dunst. Die einzige Idee die man dieser von einer wirklichen Bildung der Luft durch Wasser in diesem Versuche unterschieben konnte, war; daß die äußre Luft in die Retorte drang, wenn ihre Poren durch die Wärme erweitert wären und das Wasser durch eben dieselben entwich. Es standen aber mehrere Gründe dieser Erklärung des Phänomens entgegen. 1) Das erhitzte Wasser bringt nothwendig Dämpfe hervor; im Versuche war es vom gepulverten Kalk oder Thon eingesogen: folglich musten seine Dämpfe sich in der Retorte verbreiten und daher vielmehr suchen die Luft hier auszutreiben als der äußern Luft Zugang zu verschaffen. 2) Wenn dies von dem Pulver eingesogene Wasser nur Dämpfe hervorbrächte, warum begaben sich diese, die immer in die Luft zu steigen streben, nicht oben in die Retorte um aus ihrem Schnabel her-

herauszugehen und sich an den kältern Seiten des Ballons zu verdicken? 3) Wenn die äußre Luft wirklich die Poren der Retorte durchdränge, wie könnten die Dämpfe hingegen aus denselben Poren herausgehen? 4) Warum hörte die Luft auf, in den Apparat zu kommen, sobald kein Wasser mehr in der Retorte war, obgleich dieselbe immer einerley Hitze litt und ihre Poren folglich immer auf gleiche Weise offen seyn musten? 5) Endlich und dies ist hier einer der sonderbarsten Umstände; warum war die Luft im Apparate an Gewicht dem Wasser gleich das sich in der Retorte befand? Woher konnte diese Gleichheit in den Massen rühren, da eine Art von wechselseitigem Austreiben in dem angenommenen Falle, nur auf das Volumen Beziehung haben konnte und das Volumen der Dämpfe bey gleicher Masse zum wenigsten doppelt so groß als das der Luft ist.

§. 682.

Dies waren die Gründe, weswegen D. Priestley keine Wahrscheinlichkeit in der Idee, einer Vertauschung des Wassers mit der Luft in der Retorte fand. Inzwischen wollte er diese Idee einem unmittelbaren Versuche unterwerfen, indem er um die Retorte eine Luftmasse, deren Gange man folgen konnte, einschloß. Und da man alsdann nicht mehr das Feuer zu diesem Versuche gebrauchen konnte, so dachte er darauf, hiebey das kräftige Parkersche Brennglas zu gebrauchen. In dieser Absicht befestigte er eine irdne Retorte oben an einem zu beyden Seiten ofnen Recipienten, so daß der Bauch der Retorte inwendig war und ihr Schnabel oben hinaus gieng. Er stellte diesen Recipienten in ein Gefäß voll Queckſilber und nachdem er angefeuchteten Thon in die Retorte gebracht, verband er ihren Schnabel mit einem Apparat zum Auffangen der Luftarten und erhitzte sie selbst durch die con-

centrirten Sonnenstrahlen. Der Erfolg war von seiner Erwartung sehr verschieden. Die Luft verminderte sich in dem Recipienten, es erschienen hier Dünste und in den Apparat gieng Luft über. Die an den Seiten des Recipienten verdichteten Dünste, sammelten sich auf der Oberfläche des Queckſilbers in Wasser, das sich zu gleicher Zeit durch die Verminderung der äußern Luft erhob. Bey einem Versuche betrug dies Steigen des Queckſilbers $3\frac{1}{2}$ Zoll; und hörte nun auf, weil in der Retorte kein Wasser mehr war. Unter dieser letztern Form, so wie unter der ersten, war die Menge der in den Apparat getretenen Luft, an Gewicht merklich der des Wassers gleich, das sich in den Recipienten verbreitete. Endlich nahm D. Priestley inflammable und Salpeterluft statt der gemeinen in den Recipienten, und jene Luftarten drangen wie die letzte in den Apparat. Dies sind die vorzüglichsten Umstände, wovon sich die weitere Ausführung in dem letzten Bande seiner Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gegenstände der Physik befindet.

§. 683.

Es scheint also, daß kein Zweifel über die Natur des Phänomens übrig bleiben kann, d. h. dieser letzte Fall, wo die Umwechslung der Luft mit dem Wasser gleichsam vor Augen geschah, läßt sich unmittelbar auf denjenigen anwenden, wo dieser Tausch nur vermuthet wurde. Inzwischen bleiben dieselben Schwierigkeiten in den beyden Klassen von Versuchen, und sind sogar durch eine neue für die letztern vermehrt; nämlich durch das seltsame Phänomen von dem Aufsteigen des Queckſilbers in dem Recipienten, in dem Maaße wie Luft in den Apparat stieg. Im Anfange des Versuchs war der Druck der Atmosphäre innerhalb und außerhalb der Retorte gleich.

Damit

Damit Luft von außen durch die Poren derselben hineindränge, mußte der Druck von innen abnehmen, oder von außen sich vermehren. Er konnte sich aber von innen nicht vermindern, wegen des Drucks der Atmosphäre auf das Wasser im Apparat, welcher dasselbe in die Retorte getrieben hätte, wenn der Widerstand der innern Luft abgenommen hätte: vielmehr aber gieng Luft durch den Schnabel der Retorte heraus. Der Druck nahm von außen nicht zu, weil er im Gegentheil abnahm, wovon das Steigen des Queckſilbers im Recipienten kein zweydeutiges Zeichen war. Was war also die Ursache von diesem Durchlassen der Luft, von außen nach innen in die Retorte, das den Gesetzen der Aerostatik so entgegen ist? Dieser Umstand des Steigens des Queckſilbers im Recipienten, beweist auch auf eine andre Art, daß der Durchtritt der Luft durch die Retorte (wenn er wirklich Statt hatte) nicht von den, durch die Wärme vergrößerten, Poren derselben herrührte. Denn wäre dies gewesen, so wäre der günstigste Augenblick für irgend einen Durchtritt der Luft durch diese Poren derjenige gewesen, da sie durch die gänzliche Zerstreuung des Wassers frey geworden. Und alsdann auch war eine gewisse Ursache von dem Hange der Luft vorhanden, durch die Poren der Retorte zu gehen; weil der Druck von außen geringer als von innen geworden, um die ganze Kraft einer Queckſilbersäule von $3\frac{1}{2}$ Zoll, wodurch die Luft hätte müssen aus der Retorte in den Recipienten treten, und das Queckſilber in diesem fallen, wenn die Poren der Retorte wirklich von der Luft durchdringbar geworden wären.

§. 684.

D. Priestley versucht, indem er alle diese Schwierigkeiten erzählt, dies Phänomen durch ein Mittel zu erklären,

klären, das anfangs einigen Schein hat, aber nur von einem Theile der Operation Rechenschaft giebt und dabey über das übrige desto mehr Dunkelheit verbreitet. Er hat sich durch Versuche überzeugt, daß Wasser und Luft durch die Poren seiner Retorten gehen können; erstres indem es sich nach Eigenschaft der Haarröhrchen durchfiltrit, letztre durch Wirkung einer Luftpumpe. Hieraus hat er geschlossen, daß das Wasser durch Filtriren aus der Retorte käme und hier allein in Dämpfe verwandelt wäre: dies will ich hier zugeben, ob es gleich immer sonderbar scheint, daß der feuchte in der Retorte erhitzte Staub, hier keine Dämpfe hervorbrächte. Aber nach dieser Erklärung von dem Heraustreten des Wassers, wird ein gleichzeitiger Eintritt der Luft noch schwerer zu begreifen. Wir können während der Operation zwey Klassen von Poren in der Retorte betrachten; durch einige dringt das Wasser nicht und durch andre dringt es. Nun wissen wir, durch den letzten oben geprüften Umstand, daß die Luft nicht durch die ersten von diesen Poren durchgehe, weil sie sogar nicht einmal durch einen gewissen Druck hineingeht, wenn kein Wasser mehr in der Retorte ist. Und wie würde sie auf der andern Seite in die letzte Klasse von Poren gehen; wenn man annimmt, daß das Wasser, in seinem concreten Zustande, sich hier in entgegengesetztem Sinne bewege? Alles ist also bey diesen Phänomenen Schwierigkeit; und bis sie auf eine genungthuende Weise erklärt sind, ohne zu einer Bildung von Luft seine Zuflucht zu nehmen, wird die Idee von derselben nicht ohne allen Grund seyn. Da sie indeß einen großen Theil ihrer Wahrscheinlichkeit durch diese letzten Versuche des D. Priestley verloren hatte; so bestand Herr Watt darauf, daß der Brief den er an ihn geschrieben, in der Societät nicht gelesen würde; ob er gleich zum vorzüglichsten Gegenstand die Erzeugung des Wassers

sers hatte, durch die Zersetzung der dephlogistisirten Luft mit der brennbaren, und dies große Faktum durch sichre Versuche bestätiget ist, die in der Abhandlung, welche D. Priestley damals der Societät vorlegte, enthalten sind.

§. 685.

Im folgenden Monath Junius reiste D. Blagden, ein genauer Freund von Herrn Cavendish und mit allen seinen Versuchen, so wie mit denen von D. Priestley und den Ideen von Herrn Watt bekannt, nach Paris: und bey seiner Zurückkunft theilte er mir alles mit, was sich bey Gelegenheit aller dieser neuen Phänomene daselbst zugetragen. Er hatte von ihrem Erfolge denselben Physikern, mit denen ich mich im Januar darüber unterhalten, Nachricht gegeben; indem er zugleich die Ideen der Herren Cavendish und Watt über ihre Ursachen hinzufügte: aber er fand sie anfangs wenig geneigt, die Folgen daraus auf die Natur des Wassers anzunehmen, in der Meinung, daß das nach dem Verbrennen der beyden Luftarten gesammelte Wasser, hier zuvor als fremde Substanz enthalten war. Da inzwischen die Frage von dem Beweise eines Faktums abhieng, ob nämlich die ganze Masse einer gewissen Mischung von diesen beyden Luftarten in Wasser verwandelt wäre; so fanden sie, daß dieses eine Bestätigung verdiene, welches Herr Lavoisier auf sich nahm. Der Versuch wurde den 24. Junius in Gegenwart derselben Physiker und des D. Blagden angestellt; sein Erfolg war so, wie ihn letzter angezeigt und die Herren Monge und Meunier fanden, bey Wiederholung im Großen, dasselbe Resultat. So daß die Bildung des Wassers durch die bloße Verbindung der merklich schweren Substanzen von zwey luftförmigen Flüssigkeiten, der erste Strahl von wahrem

Lichte in der Meteorologie, nun außer allen Zweifel gesetzt wurde.

§. 686.

Herr Watt und ich wissen nicht, daß Herr Cavendish, den seinigen sehr ähnliche Ideen über die Ursache dieses Phänomens gehabt habe, als ich im September nach Birmingham zurückkam, in der Absicht ihn zu bitten, die Versuche, welche er sich zur Bestätigung seiner Muthmaßungen vorgesetzt, zu endigen. Ich hatte damals beschlossen, ohne weitern Aufschub das Werk herauszugeben, woran ich schon 2 Jahre arbeitete und ich wünschte sehr, damit das Resultat dieser Versuche zu verbinden. Herr Watt wollte also gern einige Zeit der praktischen Physik zum Vortheil der speculativen entziehen, und bereits einer großen Stütze an diesen neuen Phänomenen für meine meteorologischen Ideen gewiß, fieng ich an, meinem Werke die Form von Briefen an Herrn de la Place zu geben, dem ich davon von Birmingham einen Theil zuschickte. Wie ich nach London zurückkam, erhielt ich einen Brief von Herrn Watt vom 26. November, in welchem er den vorzüglichsten Gegenstand, von dem was er im April an D. Priestley geschrieben, wieder vornahm und durch direkte Versuche, das System, welches er damals festzusetzen angefangen, über die Natur des Wassers und die Bildung der dephlogistisirten Luft, unterstützte. Aber dieser Brief hatte mit meinem Werke gleiches Schicksal, dessen Herausgabe noch verschoben wurde.

§. 687.

Im Monath Junius 1784. schickte Herr Cavendish der Königlichen Societät eine Abhandlung ein, worinn er, mit der Erzählung seiner Versuche von 1781, seine Theorie über die Erzeugung des Wassers verband.

Diese

Diese Theorie war von Herrn Watt nur in Absicht der Wärme verschieden: da Herr Watt diese, als die Wirkung einer besondern Substanz ansahe, die zu Verwandschaften fähig wäre und dadurch in die Zusammensetzung der Luftarten eingienge; anstatt daß Herr Cavendish sie nur als einen gewissen Zustand der merkbaren Substanzen betrachtet. Es war also ohne Zweifel ein großer Unterschied in ihren Ideen über diesen Punkt der allgemeinen Physik; was aber die Zusammensetzung des Wassers und Bildung der dephlogistisirten Luft betrift, so waren ihre Ideen durchaus dieselben, obgleich aus verschiedenen Thatsachen hergeleitet. Diese Uebereinstimmung zweyer Physiker, wie der Herren Cavendish und Watt, war im Stande ihrer gemeinschaftlichen Theorie Zutrauen zu verschaffen, und ich wünschte, daß die von Herrn Watt gleichfalls bekannt wäre, und da ich noch nicht bereit war sie anzuzeigen, so verlangte ich, daß er sie der Königlichen Societät mittheilte, und ersuchte ihn um die Erlaubniß, es thun zu dürfen. Sein Brief vom 26. November wurde sodann in der Societät verlesen und findet sich in den Philos. Transakt. von demselben Jahre.

§. 688.

Herr Lavoisier endlich, setzte mit Herrn Meunier die Versuche dieser Klasse, welche er im Junius 1783. angefangen, fort, und trieb sie sehr weit durch sehr bekannte Verfahrungsarten, welche alle Fundamentalfolgen, die ich über die Natur des Wassers vorgetragen, bestätigten. Denn obgleich er kein Phlogiston, in der von vielen Chemisten noch angenommenen Bedeutung, zugiebt; ist seine Idee über die Bestandtheile des Wassers, mit denen von den Herren Cavendish und Watt dennoch einerley; weil sie im Grunde nur der bloße Aus-

druck des Faktums ist; daß das Wasser aus den merklich schweren Substanzen der dephlogistisirten und brennbaren Luft zusammengesetzt sey.

§. 689.

Dies ist die Geschichte von der ersten Erscheinung des Wassers in Luftgestalt: der Antheil den ich daran von Anfang an nahm, setzte mich in Stand alle Umstände zu erfahren und ich glaubte sie hier sammlen zu müssen, weil ich diese Entdeckung als die Morgenröthe eines großen Tages für die Meteorologie ansahe. Noch vor sechs Jahren kaum, würde man, wenn man behauptet hätte, daß das Wasser in Luftgestalt existiren könne, für einen Schwärmer gehalten worden seyn. Aber damals hatte man auch noch keinen Schein von gründlicher Erklärung, weder vom Regen noch von einem andern großen meteorologischen Phänomen. Dieses einzige Faktum nun verändert hierinn wesentlich unsre Lage, indem es ein ungeheures Feld zu Muthmaßungen eröfnet, deren Neuheit zu einiger Kühnheit berechtigt: daher ich mich darauf einlassen muß.

Zweyter Abschnitt.

Von einigen Phänomenen, wo die Luft Wasser hervorzubringen scheint.

§. 690.

Unter den Versuchen welche D. Priestley mir mittheilte, vor der Herausgabe seines letzten Werks, scheint mir besonders einer, wovon er im 26sten Abschnitt Rechenschaft giebt, sehr wichtig. Er hatte in ein Gefäß voll dephlogistisirter Luft, eine feuchte mit brennbarer

Luft

Luft angefüllte Blase gesetzt; und nach einem Mittel aus den Resultaten zweyer ähnlicher Versuche, waren dieses die Folgen. Die Blase hielt 33 Maaß brennbarer Luft und das Gefäß 223 Maaß dephlogistisirter; in allen 256 Maaß. Nach drey bis vier Wochen verminderte sich diese Menge um 42 Maaße; die übrige Luft war innerhalb und außerhalb der Blase von einerley Natur geblieben; sie enthielt etwa 10 Maaß fixer Luft und das übrige war unreine dephlogistisirte. Wie mir D. Priestley diesen Versuch mittheilte, so setzte er hinzu: daß er ihn für geschickt hielte, einigen Begriff von dem, was beym Athmen der Thiere geschieht, zu geben, wobey sich fixe Luft bildet und die Luft und das Blut auch durch feuchte Häute getrennt sind.

§. 691.

Der erste Umstand bey diesem Versuche, den ich betrachten will, ist die Verminderung welche die beyden Luftarten erlitten: weil wir auch aus den Versuchen der Herren Lavoisier und de la Place wissen, daß die Luft durch das Athmen vermindert wird. Sie setzten ein Meerschweinchen unter eine Glocke, welche 248 Würfelzolle dephlogistisirte (oder reine) Luft enthielt; diese Luft verminderte sich in $1\frac{1}{4}$ Stunde um $7\frac{1}{4}$ Zoll und sie bemerkten auch: daß, wie sie das Thierchen hineinsetzten und es durch das Queckſilber, in welches die Glocke getaucht war, herauszogen, die äußere Luft längst seinem Körper hineingedrungen war: „also (heißt es im Berichte dieses Versuchs) muste die Luft weniger vermindert scheinen als sie in der That war.“ Dies ist ein merkwürdiger Umstand, vorzüglich nach einem andern Phänomen beym Athmen, das mich auf folgende Auseinandersetzung gebracht hat.

§. 692.

Seitdem ich mich mit den meteorologischen Folgerungen aus der Entdeckung, wovon im vorigen Abschnitte gehandelt ist, beschäftige, war ich über den Nebelstrom, der im Winter aus den Nasen der Thiere geht, erstaunt. Indem ich über dies Phänomen nachdachte, stellte ich mir einen angefeuchteten Schwamm vor, der die Höhlung eines Blasebalgs füllte und in thierischer Wärme gehalten wurde. Dieser Apparat sollte die Lungen vorstellen, angenommen daß sie Wasser enthalten; und die Bewegung des Blasebalgs wäre, was die Hervorbringung von Dünsten betrift, dem Athmen analog. Ich kann mir aber nicht einbilden, daß man es so durch Versuche fände. Die Ausdünstung wäre nothwendig in den Höhlen des Schwammes langsam; weil die Dünste sich nur erzeugen könnten, indem sie die Luft verdrängen: und diese ausgetrieben wäre, ehe sie sich mit Dünsten im Maximum vermischt hätte. Nach derselben Betrachtung würde, je schneller man den Blasebalg bewegte, desto weniger jedes Austreiben der Luft Dünste mit sich reißen; und hingegen, obgleich das Athmen der Thiere heftiger wird (wie z. B. bey starker Leibesbewegung); so bringt jedes Ausathmen wenigstens dieselbe Menge Dünste hervor: so daß die Nasenlöcher der Thiere sodann den Oefnungen in dem Deckel eines Gefäßes, worinn Wasser kocht, gleichen.

§. 693.

Damit eine solche Menge von Wasser in Dünsten bey jedem Aushauchen herausgehe, müste es durch die Zweige der Luftröhren, ihre Ramifikationen und Bläschen, welche die eingeathmete Luft aufnehmen, beständig ausschwitzen. Was würde nun aus diesem Wasser zur Zeit eines Nebels werden, wo die Dünste so sehr ihr Maximum in der Luft überschritten haben, daß sie mit einer

großen

großen Menge von wässrigen Bläschen vermischt ist? Wenn diese Luft in die Lungen tritt, so erhitzt sie sich hier ohne Zweifel und kann dadurch mehrere Dünste enthalten. Aber erstlich müssen die eingeathmeten wässrigen Bläschen verdünsten, wozu ein Theil der neuen Wärme gebraucht wird. Ferner, in dem Maaße wie sich die Luft erhitzt, entfernt sich das Maximum der Dünste immer mehr von der äußersten Feuchtheit; ohne welche jedoch hier keine Präcipitation von Wasser seyn kann. Die Luft endlich verweilt sich so wenig in den Lungen, daß es mir nicht möglich scheint, daß sie sich hier mit einer merklichen Menge neuer Dünste beladen könne, da sie schon so feucht hinein tritt. Wenn also beständig Wasser in den Lungen ausschwitzte, würde es dann nicht die Thiere ersticken, in diesen Fällen, wo es sich nicht, wie bey trocknem Wetter, zerstreuen könnte?

§. 694.

D. Crawford scheint mir zuerst die Ersetzung der thierischen Wärme mit dem Athmen verbunden zu haben; und ich sehe keine Lebensfunktion, der man diese Ersetzung mit mehr Wahrscheinlichkeit zuschreiben könnte. Jede Hypothese über dies Phänomen muß von einem seiner charakteristischen Umstände Rechenschaft geben, nämlich: daß die thierische Wärme merklich dieselbe bleibt, ungeachtet des Unterschiedes in dem Verluste den sie erleidet, wegen der verschiedenen Temperaturen der umgebenden Luft. Es muß, sage ich, jede ihrer Ersetzung zugeschriebene Ursache zeigen, wie sie größer seyn kann, wenn die äußere Luft kälter ist. Es scheint mir nur, daß das Athmen sodann eine größre absolute Menge von Dünsten erzeuge, welches nach meiner Idee von der Ursache ihrer Bildung, worauf ich jetzt kommen will, auch die Ursache von einer größern Erzeugung der Wärme wäre.

§. 695.

§. 695.

Es geschieht ein Verlust an Luft beym Athmen: dies lehren uns die Versuche der Herren Lavoisier und de la Place und der analoge Versuch des D. Priestley Jede Luft nun, die sich zersetzt, bringt Wärme hervor durch die Befreyung ihres latenten Feuers, wenn anders nicht dieses Feuer sogleich eine neue chemische Verbindung eingeht. Wenn also die durch das Athmen erzeugten Dünste, die Wirkung einer Zersetzung der Luft sind, so ist hier ein Ueberfluß an freyem Feuer, außer dem das in die Bildung dieser Dünste eintritt. Die Analogieen zwischen den Wirkungen der Respiration und dem Verbrennen der vegetabilischen Substanzen, auf die Luft die hier gebraucht wird, scheinen mir diese Idee zu bestätigen. Eine von diesen Analogieen ist sehr schön von den Herren Lavoisier und de la Place gezeigt, die bey ihren Versuchen über das Athmen eines Meerschweins und das Verbrennen der Kohle gefunden haben; daß die Mengen, der durch diese beyden Operationen hervorgebrachten Wärme, merklich proportional waren, den Mengen der dephlogistisirten Luft, die sich hier in fixe verwandelte; eine sehr merkwürdige Analogie, die nur aus einer Aehnlichkeit der Ursachen herrühren kann. Aber diese Phänomene haben noch eine andre Analogie die noch direkter auf meine Absicht geht, und welche ich jetzt erklären will.

§. 696.

Diese Herrn verbrannten Phosphor und Kohle in ihrem Eisapparat und bestimmten die comparativen Mengen von Wärme welche durch diese Operationen hervorgebracht wurden. Sie suchten darauf, auf meinem Wege, den Herr Lavoisier schon oft gewählt hatte, was der dephlogistisirten Luft durch das Verbrennen dieser

bey=

beyden Substanzen begegne und fanden: daß beym Verbrennen des Phosphors die reine Luft gänzlich zerstört war; da sie bey der Kohle in fixe Luft verwandelt würde. Wie sie darauf die Resultate der beyden Versuche in Rücksicht der Wärme verglichen, deren verschiedene Mengen auf die Wirkung von 1 Unze reiner Luft bezogen wurden; (welche Vergleichung sie in allen ihren Versuchen gebrauchen) so fanden sie unter dieser neuen Form: „daß 1 Unze reiner Luft, bey Verbrennung des Phosphors gebraucht, eine Wärme erzeugte, die im Stande war 68,634 ~~Unzen~~ Eis zu schmelzen, unterdessen dieselbe Menge reiner Luft, indem sie beym Verbrennen der Kohle zur fixen geworden, nur 29,5 Unzen schmelzen konnte."

§. 697.

Ich verdanke Herrn Watt die erste Bemerkung, welche mich auf Zergliederung dieser Resultate leitete. Indem ich mit einer, durch die größte Theilnahme unterstützten Aufmerksamkeit die Abhandlung des Herrn de la Place gelesen hatte, worinn alle diese Versuche erzählt werden; so theilte er mir 1783 eine Bemerkung mit, die ich hier bekannt mache. „Diese Herren schlossen aus ihren Versuchen, sagt er, daß die Verbrennung von 1 Unze Kohle 4037 Würfelzoll feiner Luft verzehre und 3621 Würfelzoll fixer bilde. Indem sie hernach die Massen berechnen und 0, 47317 Gran zum Gewicht von einem Würfelzoll reiner Luft annehmen und 0, 7 Gran für 1 Würfelzoll fixer Luft, so drücken sie dieselben Resultate so aus: Das Verbrennen von 1 Unze Kohlen verzehrt 3, 3167 Unzen reiner Luft und bildet 3, 6715 Unzen fixer Luft. Die gesammte Masse der Kohle und reinen Luft war also $1 + 3,3167 = 4,3167$ Unzen und das Produkt an fixer Luft nur 3, 6175 Unzen (da die

Asche

Asche fast nichts betrug.) Ich frage also, was aus dem Reste der ersten Masse nämlich 4,3167 — 3,6175 = 0,6472 Unzen, welches fast an $\frac{2}{3}$ der Masse der Kohle gleich ist, geworden sey?“

§. 698.

Nach dieser Bemerkung von Herrn Watt las ich von neuem aufmerksam die ganze Erzählung dieses Versuchs und es fiel mir ein Ausdruck auf, der mir die Schwierigkeit aufzulösen schien. Diese Herrn wogen zuerst ein kleines irdenes Gefäß, das ausgelöschte Kohlen enthielt, die aber eine starke Hitze ausgestanden hatten; dieses Gefäß war also trocken; welcher Umstand wohl zu merken ist. Sie zündeten diese Kohle unter der Glocke, welche reine Luft enthielt, wieder an; und als sie dieselbe herauszogen, wogen sie sie wieder, um zu sehen was sie im Brennen an Gewicht verloren. Ueber diesen Theil der Operation drücken sie sich so aus: „Wir haben darauf das Gefäß weggenommen, das wir trocken werden ließen und genau gewogen haben.“ Aber dies Gefäß war im Anfange des Versuchs trocken; und weil man es trocknen muste, war es feucht geworden. Es scheint mir also natürlich zu schließen, daß sich während der Operation Wasser bildete, und daß, wenn man dies Wasser hätte sammlen können; es die oben angezeigten fehlenden 0,6472 Unzen gegeben hätte. Dies ist also eine neue auffallende Analogie zwischen den Phänomenen des Verbrennens der Kohle und des Athmens der Thiere, und wenn man sie zusammen nimmt, findet man: 1) daß beyde Operationen einen größern oder geringern Theil reiner Luft in fixe verwandeln; 2) daß bey beyden ein Verlust an der Substanz sey; 3) daß sehr wahrscheinlich in der letzten, wie in der ersten, sich dieser Verlust in dem, von einem Theil der Luft erzeugten Wasser wieder finde.

§. 699.

Ein sehr merkwürdiger Umstand bey diesen letzten Versuchen der Herren Lavoisier und de la Place ist, der große Unterschied in der, von derselben Menge reiner Luft, erzeugten Wärme, die Luft mag zerstört oder in fixe verwandelt seyn; welcher Unterschied sich in den comparativen Wirkungen des Verbrennens des Phosphors und der Kohle offenbart. Es ist sehr wahrscheinlich, daß in einem oder dem andern Falle die brennbare Substanz inflammable Luft hervorbringt; daß diese aus dem Phosphor aber unmittelbar mit der reinen Luft die Verbindung eingehe, welche Wasser erzeugt; die aus der Kohle aber hier nur schwer eingehe und vielmehr suche mit ihr fixe Luft zu bilden; worauf ich bald wieder kommen werde. Nach dieser Idee ließ mich Herr Watt in demselben oben bereits ausgezogenen Briefe bemerken, daß die Vergleichung dieser Versuche der Herren Lavoisier und de la Place unter einander, vielleicht einen Weg gäbe, um die comparativen Mengen der latenten Wärme in der reinen und brennbaren Luft zu entdekken. Da mir diese Idee sehr glücklich schien; so fieng ich an zu rechnen, und ob ich gleich fühle, daß eine große Ungewißheit in dem Gange ist, dem ich damals folgte, so werde ich ihn hier dennoch anzeigen: weil alles was die Modifikationen der Luft betrift noch sehr dunkel ist, und die Hypothesen neue Untersuchungen veranlassen.

§. 700.

Ich will zuerst an einige Thatsachen erinnern, die wir dem D. Priestley schuldig sind, und die uns durch Analogie leiten können. Die erste ist eine merkwürdige Bildung von fixer Luft, wobey die Bestandtheile dieser Luft auf eine offenbare Weise bekannt zu seyn scheinen. Wenn das Eisen im leeren Raume stark erhitzt ist; so bringt es

inflammable Luft hervor; und unter denselben Umständen giebt das rothe Präcipitat dephlogistisirte (oder reine) Luft; wenn man aber diese beyden Substanzen hier zugleich erhitzt: so ist ihr gemeinschaftliches Produkt, fixe Luft. Die beyden abgesondert gebildeten und gemeinschaftlich entzündeten Luftarten, hätten sich gegenseitig zersetzt und Wasser hervorgebracht: aber ohne Entzündung zusammen gebildet, vereinigen sie sich bloß und geben fixe Luft. Das sagt dieser Versuch; und ob man gleich hier nicht deutlich den ganzen Gang der Phänomene sieht; so scheint er doch die Idee zu berechtigen, daß eine große Analogie zwischen den merklich schweren Ingredienzen der fixen Luft und des Wassers sey. Man wird zwar nach dem neuen System über die brennbare Luft und selbst nach den Versuchen des D. Priestley, der sie nur durchs Eisen hervorbringen konnte, wenn Wasser im Apparate war, ohne Zweifel sagen; daß diese Luft immer von einer Zersetzung des Wassers herrühre. Aber dies kömmt hier auf einerley hinaus; denn dasselbe Eisen, welches abgesondert inflammable Luft hervorbrachte, gab mit dem rothen Präcipitat fixe Luft. Nach diesem System also wäre es der Theil des Wassers, der die Basis der inflammabeln Luft ist, welcher mit der reinen Luft aus dem rothen Präcipitat verbunden fixe Luft gebildet hätte.

§. 701.

Eine andre sehr wichtige Klasse von Versuchen des D. Priestley, kann über den Gegenstand den ich abhandle, Licht verbreiten; sie macht den VIII. Abschnitt seines letzten Bandes aus, unter dem Titel: Zerlegung verschiedener brennbarer Luftarten. Er hat viele Gattungen von diesem Geschlechte luftförmiger Flüssigkeiten untersucht; deren gemeinschaftlicher Charakter ist, sich mit der

atmos-

atmosphärischen oder wenigstens mit der reinen Luft zu entzünden. Dieser Charakter muß also von einem ihnen gemeinschaftlichen Bestandtheile herrühren, der das Vermögen hat, sich mit der atmosphärischen oder reinen Luft vermittelst einer starken Wärme zu verbinden. Da einige dieser brennbaren Luftarten sich mit der atmosphärischen nicht verzehren konnten, so gebrauchte D. Priestley die reine (oder dephlogistisirte) Luft, bey comparativen Versuchen über ihr Verbrennen und er fand allgemein: 1) daß diejenigen dieser Luftarten, deren specifische Schwere geringer ist, beym Entzünden mit der reinen Luft verpuffen, daß sie den Theil dieser Luft mit dem sie sich verbinden zerstören, indem sie sich selbst zerstören, und daß in dem Reste keine fixe Luft sey. 2) Daß die schwersten brennbaren Luftarten langsamer brennen; daß sie weniger reine Luft zerstören, und daß das Ueberbleibsel mit fixer Luft vermischt ist. 3) Daß, obgleich eine größre specifische Schwere bey diesen Luftarten hätte auf den Gedanken bringen können, daß sie es wären, welche die Bestandtheile der fixen Luft, die sich nach ihrem Verbrennen findet, enthalten; so rührt sie dennoch nicht aus dieser Quelle her; denn ihre Menge übertrift bey weitem den Ueberschuß ihrer specifischen Schwere über die andern: so daß nothwendig eine wirkliche Bildung von fixer Luft bey der Operation geschehen müsse. Die aus der Kohle gezogene brennbare Luft nun, ist aus dieser Klasse; sie zerstört nur zum Theil die reine Luft mit der sie sich entzündet, und läßt ein mit vieler fixer Luft vermischtes Ueberbleibsel zurück.

§. 702.

Diesen Versuchen gemäß, scheint also der Gedanke natürlich, daß, wenn die Kohle sich in reiner Luft verzehrte, ihre merklich schwere Substanz sich mit dieser Luft

verbände; wovon ein Theil sich zur Bildung des Wassers zerstörte und das übrige fixe Luft hervorbrächte. Daß aber beym Verbrennen des Phosphors alle brennbare Luft desselben sich verwende um die reine Luft zu zerstören, indem sie sich selbst zerstört; woraus Wasser entstehen würde, das sich der Phosphorsäure bemächtigte. Bis dahin waren es, mehr oder minder deutlich, die Thatsachen selbst. Alle bey diesen Operationen hervorgebrachte Wärme, kömmt von einer Befreyung des Feuers, das zuvor mit den gebrauchten Substanzen in chemischer Verbindung war. Dieser Satz ist ohne Zweifel schon hypothetisch; ich stelle ihn aber nicht unter die folgenden, weil ich davon nach den, im 1sten Theile dieses Werks, vorgetragenen Gründen überzeugt bin und ich bin es um so mehr, da mir diese Meinung mit verschiedenen großen Physikern gemein ist. Um aber die obigen Phänomene zu analysiren, müste man andre Hypothesen bilden, deren Beweise weniger evident wären. Diese Hypothesen sind, daß alle verbrennliche Substanzen die Menge von verbundenem Feuer enthalten, das, zu der brennbaren Luft die sie erzeugen, nothwendig ist und daß dies Feuer bey ihrem Verbrennen sich jederzeit entbindet: daß aber eine andre Menge von Feuer, mehr oder weniger zu der, durch das Verbrennen in reiner Luft, erzeugten Wärme beytrage; nämlich das latente Feuer dieser Luft, von dem ich dann annähme, daß es sich nur bey ihrem Zerstören entbinde, und ihr verbliebe, wenn sie in fixe Luft verwandelt wäre. Nach dieser letzten Hypothese also müste, da das verborgne Feuer der beyden Luftarten beym Verbrennen des Phosphors befreyet ist, hier eine weit größre Hitze hervorgebracht seyn, als bey der Kohle, wo ein großer Theil der reinen Luft in fixe verwandelt ist. Dies ist der Gesichtspunkt aus dem Herr Watt die Versuche der Herren Lavoisier

voisier und de la Place ansahe, als er glaubte, daß sie ein Mittel an die Hand geben könnten, die respektiven Mengen von verborgenem Feuer in der inflammabeln und reinen Luft zu finden, und nach diesen Grundsätzen will ich sie durch die obigen Versuche der Herren Lavoisier und de la Place bestimmen.

§. 703.

Bey dieser Berechnung will ich die wirklichen Massen der gebrauchten Substanzen wieder annehmen, die, bey den oben erwähnten Resultaten, verhältnißmäßig vermehrt waren, um sie auf die Wirkung von 1 Unze reiner Luft zu beziehen; welches ein Vergleichungsausdruck von verschiedenen Resultaten ist. Aber bey dieser Vermehrung der Massen scheint die Menge von Wasser, die beym Verbrennen der Kohle hat müssen hervorgebracht werden, zu groß zu seyn, als daß sie den Beobachtern entgehen konnte; anstatt daß es bey den wirklichen Massen sehr möglich war: um so mehr, da zu der Zeit, als diese Herren ihre Versuche anstellten, man noch nicht auf Wasser durch Zerstören gewisser Luftarten dachte. Die Menge der verzehrten Kohle war also bloß 18 Gran, welche 0,8 Gran Asche übrig ließen, so daß die Kohle zu der Operation nur 17,2 Gran von ihrer Substanz hergab: wenn man hiezu 59,64 Gran reiner Luft setzt, die sie dabey gebrauchten, so haben wir 76,84 Gran zur gesammten ursprünglichen Masse. Das einzige beobachtete Produkt nun war 66,1 Gran fixer Luft: das fehlende also, von dem ich glaube, daß es Wasser gegeben, war 10,74 Gran. Wenn man ferner annimmt, daß die reine Luft und die brennbare, in welche die Kohle verwandelt wurde, sich merklich in demselben Verhältnisse befanden in diesem Wasser und in der fixen Luft; indem ihr Verhältniß ursprünglich wie 59,64: 17,2 war; so

haben wir in der Zusammensetzung der 66, 1 Gran fixer Luft, 51,3 Gran reiner in 14,8 Gran merklich schweren Kohlenstoff; und bey den 10,74 Gran Wasser, 8,34 Gran von der ersten und 2,40 Gran vom letztern.

§. 704.

Jetzt werden wir durch Vergleichung der hervorgebrachten Wärmemengen beym Verbrennen des Phosphors und der Kohle, das Verhältniß der Mengen des verborgenen Feuers in der reinen und inflammablen Luft finden. Beym ersten hat 1 Unze reiner Luft mit einer verhältnißmäßigen Menge inflammabler zerstört, und welche also Wasser gebildet, 68,634 Unzen Eis geschmolzen; nach diesem Verhältnisse also musten 8,34 Gran der ersten Luft, welche Wasser beym Verbrennen der Kohle gebildet, 0,994 Unzen Eis allein schmelzen. Auf der andern Seite schmolz 1 Unze reiner Luft zum Verbrennen der Kohle gebraucht, 29,5 Unzen Eis, und also musten die 59,64 Gran im Versuche, die ursprüngliche Menge der gebrauchten reinen Luft, 3,53 Unzen schmelzen. Von dieser Menge der reinen Luft aber, haben 8,34 Gran 0,994 Unzen Eis geschmolzen; dessen übrig gebliebene 51,30 Gran in fixe Luft verwandelt, 2,059 Unzen schmelzen machten. Hier rührt nun, nach der Hypothese, alle hervorgebrachte Wärme von dem verborgenen Feuer her, das den 14,80 Gran inflammabler Luft zugehört, deren merklich schwere Substanz allein in die Zusammensetzung der fixen Luft eingegangen ist: und weil diese 14,80 Gran inflammabler Luft 2,059 Unzen Eis geschmolzen haben; so musten die 2,40 Gran dieser Luft, die in die Zusammensetzung der 10,74 Gran Wasser eingiengen, 0,334 Unzen schmelzen. Die Bildung dieses Wassers aber hat 0,994 Unzen Eis geschmolzen: der Theil der Wärme also, welcher von den 8,34 Gran

Gran auch bey diesem Wasser zersetzter reiner Luft herrührt, hat 0,660 Unzen Eis geschmolzen. Weil nun also, 2,40 Gran inflammabler Luft durch ihr latentes Feuer 0,334 Unzen Eis schmelzen machten, so hätte eine der reinen Luft gleiche Menge davon, nämlich 8,34 Gran 1,160 Unzen geschmolzen. Die 8,34 Gran reiner Luft haben aber nur 0,660 Unzen geschmolzen. Die Mengen des verborgenen Feuers in der inflammablen und reinen Luft sind also unter sich wie 1,160 : 0,660; ohngefähr wie 5 : 3.

§. 705.

Als ich dies Resultat dem Herrn Watt mittheilte, so schien es ihm, seiner Natur selbst nach, der Idee günstig, daß man die comparativen Mengen vom verborgenen Feuer der beyden Luftarten auf diesem Wege entdecken könne; darinn, daß, bey dieser ersten Skitze, die brennbare Luft mehr verborgenes Feuer als die reine im Verhältniß ihrer Massen zu haben schien; indem er dachte, daß ein luftförmiges Fluidum, welches, bey gleicher Masse mit einem andern, weit mehr ausdehnende Kraft besitze, dies Vermögen wahrscheinlich von einer größern Menge Feuer erhielte. Zwar scheinen die wässrigen Dünste diesem Grunde zu widersprechen, weil sie, bey einer doppelt so großen ausdehnenden Kraft als die reine Luft, weit weniger latentes Feuer besitzen. Aber das Feuer hängt in diesen Dünsten sehr wenig an dem Wasser; indem es immer bereit ist dasselbe zu verlassen, freywillig oder durch Zusammendrücken (wenn die benachbarten Substanzen das befreyte Feuer verschlucken) oder endlich durch Abnahme der Wärme. Man kann also aus dieser Art von Verbindung des Feuers mit dem Wasser in den Dünsten begreifen; daß es hier weniger an ausdehnender Kraft verliere als in den luftförmigen Flüssigkeiten wo seine Verbindung inniger ist; und

daß es hier also, obgleich in geringerer Menge, mehr Wirkung äußern könne. Diese Betrachtung läßt sich auf dieselbe Weise auf verschiedene Gattungen luftförmiger Flüssigkeiten anwenden, in denen verschiedene Arten von Verbindungen des Feuers gleichfalls große Unterschiede in dem Verhältnisse der ausdehnenden Kraft mit den Massen, hervorbringen können: von welcher Idee ich Gebrauch machen werde, wenn ich die Folgen angezeigt habe, die mir damals aus den gesammten Versuchen zu fließen schienen, jetzt aber eine neue Prüfung verdienen. Diese Folgen sind: 1) daß, welches auch die, den verschiedenen brennbaren Luftarten gemeinsame Substanz seyn möge, sie in allen das Vermögen behält, sich mit der reinen Luft, oder der merklich schweren Substanz die sie ausmacht, zu verbinden. (Diese Folge scheint mir unmittelbar zu seyn; die übrigen waren entfernter und dadurch unsicherer); 2) daß, wenn diese Substanz sich mit der reinen Luft ohne sie zu zersetzen, verbindet, oder wenn gleich anfangs mit der Basis dieser Luft verbunden, sie gemeinschaftlich die, zur Existenz eines luftförmigen Fluidums nöthige Menge Feuer erhalten, daraus fixe Luft entspringe. 3) daß, wenn die reine Luft, indem sie sich mit derselben Substanz der brennbaren Luftarten verbindet, sich zersetzt und also ihr verborgnes Feuer fahren läßt, daraus Wasser entspringe. 4) Endlich, daß in diesem letzten Falle mehr Wärme entstehe, als wenn sich fixe Luft bildet.

§. 706.

Nach dieser Theorie, trug ich im 1sten Theile, als ich von den Phänomenen der Wärme, welche das Verbrennen begleiten, handelte, die Idee vor: „daß, wenn diese Operation durch eine sehr große ursprüngliche Wärme schleunig geschieht, sich weniger fixe Luft und mehr Wasser bilde, als wenn sie langsam geschieht:

und

und daß zugleich daraus die Dauer einer größern Wärme erfolge. Unter den angeführten Phanomenen um diese Meinung zu unterstützen, erwähnte ich der Argandschen Lampe, die wegen ihrer großen Helligkeit, die mit so vieler Wärme verbunden, merkwürdig ist. Indem ich zum Beweise der Theorie hinzufügte; daß, bey einem, vom Herrn Argand selbst angestellten Versuche, eine seiner Lampen, über welcher er einen Helm anbrachte, in 2 Stunden eine halbe Unze Wasser gegeben habe, ohngeachtet der Unvollkommenheit dieses Mittels das erzeugte Wasser zu sammeln. Einer meiner Freunde, dem ich diesen bereits gedruckten Theil meines Werks mittheilte, warf gegen dieses Beyspiel ein: „daß das Verbrennen jeder vegetabilischen Substanz nothwendig fixe Luft hervorbrächte, und daß das, im Versuche von Herrn Argand, gesammelte Wasser, von dem Wallrathsöle herrühre, das er gebrannt hatte, worinn das Wasser einen Bestandtheil ausmachte.“ Ich habe dieses Einwurfs in meinem Anhange erwähnt, und daß er mich nöthige, diesen Gegenstand wieder vorzunehmen; welches ich hier thun will.

§. 707.

Ich wünschte erst zu erfahren wie viel Wasser man aus dem Wallrathsöl durch starkes Kochen ziehen könne; und Herr Watt gab mir es nach einem seiner Versuche an, wovon er mir folgende Umstände mittheilte. „Der Anfang der Operation brachte kein Wasser hervor, zum wenigsten bemerkte ich keines; aber das Oel selbst fieng an bey einer Hitze, die ein wenig über der des siedenden Wassers war, zu verdampfen. Bald darauf hörte diese Destillation auf; bey vermehrter Wärme aber fieng sie wieder an und ich sahe nun wässrige Dünste sich im Recipienten verdicken. Als der Boden der Retorte

roth glühte, war alles Oel zerstreuet. Ich fand unter dem Oele in dem Recipienten Wasser gesammelt; es machte aber nicht $\frac{1}{20}$ vom Ganzen: ich vermuthete daß etwas mit dem Oele vermischt sey, weil dieses trübe war. Ich zweifle nicht, daß, wenn ich Kalk, Thon, Sand oder Alkali gebraucht hätte, um das Oel zu halten und es zu zwingen eine größre Hitze auszustehen, ich mehr Wasser erhalten und durch wiederholte Operationen alles Oel in Wasser, brennbare Luft und Kohle verwandelt hätte. Hier war aber nichts, was das Oel zurück hielt, wovon also eine große Menge durch eine Hitze verdampfte, die nicht im Stande war es zu zersetzen. Das destillirte Oel brannte mit mehr Dampf und war auch dicker und entzündbarer."

§. 708.

Diese Destillation des Oels hat also nur wenig Wasser gegeben in Vergleichung mit dem, das im Versuche von Herrn Argand hervorgebracht war; und wäre die Wärme größer geworden, und das Oel zu gleicher Zeit in Berührung mit der freyen Luft geblieben; so zweifle ich nicht, daß es sich freywillig entzündet hätte; wie es sich, in dem §. 183. angeführten Falle, ereignete. Alsdann also nur bringt das Oel inflammable Luft hervor; und sobald sich diese Luft entwickelt, verbindet sie sich, bey hinreichender Wärme, mit dem Theile der atmosphärischen Luft, welcher die Basis der reinen Luft bildet und daraus entspringt Wasser. Da ich den Versuch des Herrn Argand erzählte, ließ ich einen Umstand aus, der bey dieser Frage wesentlich ist; nämlich: das über der Lampe gesammelte Wasser war rein und ohne Geschmack. Ich zweifle aber, ob das, bloß durch eine starke Wärme, vom Oele getrennte Wasser so rein wäre. Ich glaube auch nicht, daß man über einer gewöhn-

wöhnlichen Lampe so viel und so reines erhielte; besonders wenn man sie unter einem Recipienten brennen ließe, um die Produkte aufzufangen. Nun habe ich einer gröſsern Hitze die Zerlegung von mehrerer Luft und die Bildung von mehrerem Wasser zugeschrieben und diese gröſsre Hitze wird bey der Argandschen Lampe hervorgebracht, durch das schnelle Erneuern der Luft um die Flamme herum. Sobald also dieser Umstand aufhört, so ist es nicht mehr der Fall, von dem ich redete, als ich sagte: „daß das Verbrennen Wasser erzeuge, durch Verbindung der Basis der inflammablen mit der der reinen Luft und daß es um so viel mehr hervorbringe als die Wärme gröſser ist, es sey als Ursache oder als Wirkung.“ Ich dachte aber zu gleicher Zeit, daß die Menge der fixen Luft alsdann weit gröſser wäre und es scheint mir jetzt, daß das Wasser sich nur auf Unkosten des Rauchs bilden könne; wie ich jetzt erklären will.

§. 709.

Viele vorzügliche Physiker zu Paris (besonders Hrrr Lavoisier) haben eine neue Theorie über den Ursprung der inflammablen und fixen Luft ersonnen. Da man von der Basis der ersten Luftart erkannte, daß sie einen Bestandtheil des Wassers ausmache, so denken sie; daß diese Luftart nur durch Zersetzung von einer gewissen Menge Wasser hervorgebracht werde, das, sichtbar oder unsichtbar, in den Substanzen, die zu der Operation beytragen, enthalten sey. Und was die fixe Luft betrift, so glauben sie, daß sie durch Verbindung der reinen Luft mit einem Bestandtheil, der allen vegetabilischen und animalischen Substanzen gemein und unter dem Nahmen Kohlenstoff bekannt ist, gebildet würde. Man wirft aber gegen die erste Hypothese ein, daß dieser Bestandtheil des Wassers, welcher die Basis der brenn-

baren

baren Luft bildet, sich in einigen Substanzen ohne den andern Bestandtheil des Wassers befinden, und also nur das Phlogiston seyn könne, statt dessen Daseyn diese Hypothese aufgestellt ist: und viele geschickte Physiker sind noch dieser Meinung. Man wirft auch gegen die Hypothese über die fixe Luft ein; daß, wenn diese Luft durch eine Vermischung von rothem Präcipitat mit Eisenfeilspähne, hervorgebracht wird, wie in dem oben (§. 700.) angeführten Versuche des D. Priestley, sie nur durch Verbindung der Basis der reinen Luft mit der in der inflammablen, gebildet seyn könne: weil diese beyden Luftarten von denselben beyden Substanzen die einzigen respektiven Produkte sind, wenn man sie abgesondert erhitzt. Da aber diese Fragen noch nicht zur Entscheidung fertig zu seyn scheinen; so will ich die Veränderungen erklären, welche diese neuen Hypothesen in der meinigen erforderten, wenn sie durch Erfahrungen bewiesen würden.

§. 710.

Wir haben oben (§. 701.) gesehen, daß, bey der Zerlegung verschiedener brennbarer Luftarten vom D. Priestley, die leichtesten die reine Luft, mit der sie sich bey ihrem Verbrennen verbanden, und so Wasser bildeten, gänzlich zersetzten; anstatt daß die schwerern nur einen Theil dieser Luft zersetzten und mit dem übrigen fixe Luft bildeten. Man könnte also nach diesen neuen Hypothesen glauben; daß die leichtesten brennbaren Luftarten zur Basis nur die Substanz haben, welche, mit der Basis der reinen Luft verbunden, Wasser bilde; und daß daher das gleichzeitige Verbrennen dieser beyden Luftarten, Wasser erzeuge, ohne fixe Luft. Daß aber die schwerern Gattungen dieser Luftarten, welche durch vegetabilische oder animalische

Sub-

Substanzen gebildet sind, noch außerdem, den diesen Substanzen gemeinschaftlichen Kohlenstoff enthalten; welches ihnen eine größre specifische Schwere giebt. Alsdann also, würde beym Zersetzen dieser inflammablen Luftarten durch ihr Verbrennen mit der reinen Luft, der erste von diesen Bestandtheilen Wasser bilden, indem er sich mit einem Theile der reinen Luft verbände und sie zerstörte; und der letzte würde mit dem Reste fixe Luft bilden, indem er sich hier verbindet, ohne ihm seine Form zu ändern. Daher hätten endlich das Wasser und die fixe Luft nur die Basis der reinen Luft gemein. Jede dieser Theorien auf gewisse Klassen von Thatsachen gestützt, lassen andre ohne Erklärung; dies zeigt, daß man noch nicht alle nöthigen Grundsätze hiezu besitze, es beschäftigen sich aber damit zu viele geschickte Männer, als daß man sie nicht endlich erhalten sollte, und ich hoffe, daß sie alsdann wesentlich der Meteorologie nützen werden; dessen gemeinste Phänomene fodern, daß man das Wasser und Feuer unter allen Gestalten, worunter sie sich verbergen, verfolge.

§. 711.

Indem ich jetzt diese Schlüsse aus den letzten Theorieen über die fixe und inflammable Luft, auf den Satz den ich im ersten Theile vorgetragen, anwende, nämlich; „daß, wenn das Verbrennen der vegetabilischen Substanzen mit mehrerer Wärme begleitet ist, sich mehr Wasser und weniger fixe Luft bilde," so muß man davon den letzten Theil abschneiden; weil nach diesen Theorieen die fixe Luft sich bey jedem hinlänglichem Grade von Wärme bilden müßte, durch Verbindung des Kohlenstoffs mit einem Theile der Basis der dephlogistisirten Luft, welche in der atmosphärischen Luft, die durch das Verbrennen angegriffen wird, enthalten ist.

Aber

Aber der erste Theil, nämlich die Bildung von mehrerm Wasser, würde immer aus folgenden Sätzen fließen: 1) daß bey jedem Verbrennen sich Brennbares, eine gewisse besonders dadurch unterschiedene Substanz entwickle, daß sie allen brennbaren Luftarten gemein ist. 2) Daß diese Substanz auch dadurch unterschieden ist, daß sie einen Bestandtheil des Wassers ausmacht. 3) Daß ihre Verbindung mit der Basis der dephlogistisirten Luft Wasser bilde. 4) Endlich, daß diese Verbindung nur durch eine große Hitze erfolgen könne. Aus diesem Gesichtspunkte und vermittelst neuer Versuche vom D. Priestley, will ich jetzt das Verhältniß der Erzeugung des Wassers, mit der der Wärme beym Verbrennen des Oels, prüfen.

§. 712.

Ein unterscheidender Charakter der Argandschen Lampe ist, daß das Oel hier ohne Rauch brennt, d. h. ohne diese Art von Ausdünstung, die, an den Körpern abgesetzt, Ruß bildet. Ueber die Natur dieser Substanz, meldet uns D. Priestley in seinem letzten Bande folgendes: „Indem ich (sagt er S. 247.) Ruß in eine Retorte gethan und sie einer großen Hitze ausgesetzt, brachte ich so reine Luft hervor, daß, indem sie mit einer gleichen Menge Salpeterluft vermischt wurde, der Rest 0,5 war: welches bey weitem den Grad der Reinigkeit der gemeinen Luft übertrift. Sie enthielt inzwischen dennoch brennbare Luft, daher sie mit einer leichten blauen Flamme brannte. Ich nahm darauf einen kleinen Theil dieses Rußes, welcher diese Luft gegeben hatte; und indem ich ihn im Vakuum dem Brennpunkte einer Linse ausgesetzt, gaben $1\frac{1}{2}$ Gran dieser Substanz 6 Unzen Maaß inflammable Luft ohne Beymischung von fixer, welche mit einer blauen Flamme brannte.“ Indem D. Priest-

Priestley diese Versuche anzeigt (in der Folge von andern, die gleichfalls für den Gegenstand den ich abhandle sehr wichtig sind, und worauf ich bald kommen werde) so setzt er hinzu: daß der Ruß sich wahrscheinlich während dem Verbrennen bilde, aus einer gewissen Verbindung der inflammablen Luft die aus der verbrennlichen Substanz herrührt, mit dem reinen Theile der umgebenden Luft oder der Basis der dephlogistisirten Luft. Hier sind also die Bestandtheile des Wassers unter der Form des Rauchs verborgen und einer rührt von dem brennbaren Körper welcher brennt, der andre von der umgebenden Luft her. Es hängt also nur von irgend einem besondern Umstande ab, daß dieselben Bestandtheile bald Wasser, bald rußigen Rauch bilden.

§. 713.

Wenn man nun sowohl die unmittelbare Ursache von Unterdrückung des Rauchs bey der Argandschen Lampe als die andern Umstände, welche dies Phänomen begleiten, betrachtet, so wird man sehen, daß das plötzliche Erneuren der Luft innerhalb und außerhalb der Flamme, in Absicht ihrer Einrichtung diese Lampe besonders auszeichne. Und in Rücksicht der Wirkungen sehen wir auch; daß mit dem Unterdrücken des Rauchs sich eine sehr lebhafte Flamme verbinde, die derjenigen ähnlich ist, welche die dephlogistisirte Luft, indem sie durch eine Röhre auf glühende Kohlen geht, hervorbringt und daß in beyden Fällen diese lebhaftere Flamme mit einer größern Hitze begleitet ist. Dieses sind die Umstände mit denen, wie ich glaube, die Zersetzung von einer größern Menge Wasser durch diese Lampe verbunden ist und nicht mit einer innigen Zersetzung des Oels ohne Dazwischenkunft der Luft. Wenn dieses hinzugekommene Wasser keiner gewissen Menge fixer Luft substituirt

wird

wird (wie ich anfangs glaubte); so muß man es zum wenigsten dem Rauche unterschieben und einer von den Umständen, welcher diesen Tausch hervorbringt und begleitet, scheint mir mehr Wärme zu seyn, sowohl als Ursache, wie auch als Wirkung. Als Ursache; weil eine große Hitze nothwendig ist, sowohl zur Erzeugung der inflammabeln Luft, als zu ihrem Zersetzen mit einem Theile der umgebenden Luft: als Wirkung; weil durch eine vollkommne Zersetzung dieser Luftarten sich kein Ruß bildet, der als brennbare Substanz viel verbundnes Feuer zurückbehalten würde. Mit einem Worte, die Bildung des Wassers statt eines rußigen Rauches ist mit mehrerer Flamme und also mit größerer Hitze verbunden. Dieses Wasser zeigt sich anfangs (wie beym Verbrennen der inflammablen mit der reinen Luft) in Form wässriger Dünste, welche, indem sie die Luftsäule in der sich die Flamme befindet leichter machen, viel zu ihrem schleunigen Aufsteigen beytragen. Dadurch wird die erzeugte fixe Luft mit fortgerissen und entfernt sich also von der Flamme und denen die sie erleuchtet *). Ich werde einen neuen Beweis

*) Indem ich von dieser Lampe im ersten Theile sprach; so erwähnte ich (Note zu §. 198.) des Zustandes, in welchem der Proceß sich befand, den Herr Argand in diesem Lande über ein Privilegium führen mußte, unter dessen Schutze er seine Zeit und Geld der Anlage einer Fabrik seiner Lampen widmen zu können glaubte. Sobald der Eifer des Publikums für diese schöne Erfindung offenbar wurde, so ahmte man sie nach; und Herr Argand sahe sich genöthigt seine Nachmacher gerichtlich zu verfolgen. Der erste Richter wies ihn ab; bis auf die Entscheidung eines Rechtspunkts durch den Hof der versammelten Richter. Herr Argand gewann seine Sache vor diesem Tribunal; wie er aber wieder

weis von dieser Wirkung der Dünste geben, indem ich in einem andern Werke die Phänomene der Aeolipile des

wieder zum ersten Richter kam, so wurde sein Patent für nichtig erklärt; dies war der Zustand des Processes, als ich jene erste Anmerkung schrieb; er appellirte aber. Jezt ist Herr Argand entschieden seines Privilegiums beraubt: und da dies für das Publikum eine Art von Räthsel seyn muß, so bin ich meinem Freunde schuldig es zu erklären.

Es wäre natürlich zu glauben, man habe gegen Herrn Argand bewiesen, daß die Erfindung dieser Lampe nicht neu, oder nicht von ihm sey. Dies ist es auch, was man im Publikum zu verbreiten, und welches man selbst vor den Gerichtshöfen in Zweifel zu ziehen gesucht hat. Das Gegentheil ist aber so offenbar, daß kein Gelehrter sich darin geirrt hat, und die Richter es nicht in Frage gezogen haben.

Um die Zeit, da Herr Argand sein Patent nahm, kam von Paris eine Lampe, die nach der seinigen gemacht war. Durch Auslegung einer Akte über die Patente, wurde die Entscheidung des Processes an folgende Untersuchung gebunden: „War die Lampe von Paris, vor oder nach dem Datum des Patents nach London gekommen?“ Man brachte zwar eine andre Lampe vor dem Tribunal hervor; sie war aber unter der Anweisung einer Privatperson gemacht, die zugleich erklärte: „daß sie sie für sich selbst habe machen lassen, dem gemäß, wie man ihr von Paris geschrieben, daß Herr Argand von Genf eine Lampe erfunden habe, die auf eine solche Art verfertigt sey, und solche Wirkungen hervorbrächte.“ Da nun, nach der Auslegung der Akte über die Patente, die zur Regel angenommen war damit das Patent nichtig wäre, vor seiner Ertheilung Lampen von dieser Art schon hätten in Handel gewesen seyn müssen; so konnte diese dem Herrn Argand nicht entgegengesezt werden: und um so weniger, da das Datum

des Herrn Klipstein, wovon ich oben geredet habe, auseinandersetze.

§. 714.

tum ihrer Verfertigung zweydeutig war, da einige Zeugen sie vor, andre nach dem Datum des Patentes setzten. Der Proceß wurde also vorzüglich über die aus Paris gekommene Lampe geführt, worüber ein Bedienter und Blechschmidt aussagten: „daß, so weit sie sich entsinnen könnten, sie im Februar 1784 angekommen wäre; indem sie dieselbe um diese Zeit gesehen zu haben glaubten.“ (Sie sagten im Anfange von 1786 aus). Das Datum des Patents war nun vom 15. März 1784 und da jene Lampe in den Händen eines Blechschmidts gewesen; so betrachtete man sie, als ob sie vor dem Datum des Patents im Handel war; daher dasselbe für nichtig erklärt wurde.

Herr Argand reiste darauf nach Paris, und hatte bald hernach Hofnung, daß der Ausspruch wiederrufen würde: die Lampe, welche ihm entgegengestellt war, wurde nach London von Paris durch einen gewissen, Herrn Parr (Parfumeur) gebracht, der im Proceß nicht erschien: die Zeugen waren nur, ein Bedienter von der Person, an welche Parr seine Lampe gegeben, und ein Blechschmidt, durch dessen Hände sie gegangen; welche glaubten, daß sie im Februar 1784 angekommen wäre. Herr Argand gieng auf den Ursprung dieser Lampe, und fand, daß dies nicht möglich sey, aus folgenden Beweisen. 1. „Ein Certifikat von Herrn Gervais, welches erklärt, daß der Blechschmidt Brillet, für Parr, die von ihm nach England gebrachte Lampe, gemacht habe; daß er sie verfertiget, nachdem er eine für ihn Herrn Gervais gemacht, nach dem Modell einer andern, die er bey seinem Nachbar Herrn Rousseau im Anfange Aprils 1784 gesehen. 2. Certifikat von Herrn Rousseau, daß Gervais im Anfange Aprils 1784 seine Lampe gesehen habe. 3. Certifikat von Herrn Cher-

§. 714.

Die Versuche des D. Priestley, die ich angezeigt habe, sind das Umgekehrte von der Zerstörung des

 Rauchs

Chardin (Schüler und Nachfolger von Herrn Gervais) daß die an Herrn Parr gegebene Lampe im April 1784 von Brillet gemacht sey, nach derjenigen die er schon für Herrn Gervais verfertiget habe.“ Brillet selbst brachte diese Certifikate nach London: er gab kein Datum an, denn da er baar bezahlt war, hatte er darüber keine Rechnung gemacht, aber er erklärte: 1. daß er die vorgebrachte Lampe gemacht habe; 2. daß er sie nach der für Herrn Gervais selbst verfertiget habe.

Alle diese Zeugnisse überredeten Herrn Argand, daß er unmöglich seinen Proceß in zweyter Instanz verlieren würde. Aber nach einer Regel der englischen Tribunäle, wo man nur die in Person gegebenen Zeugnisse zuläßt, wurden diese Certifikate im Proceß nicht zugelassen: so daß „es dem Richter nicht anders schien, als wie es dem ersten Tribunal geschienen“ und die Sentenz desselben bestätiget wurde.

Sic vos, non vobis — —! England handelt jetzt stark mit Argandschen Lampen: die Schönheit der Buden des Abends, die schöne Helle ohne Rauch, welche sie den Zimmern geben, erinnern hohe und niedrige, welche davon Gebrauch machen, an Herrn Argand, und ihm bleiben zum Andenken, nur zwey Jahre Arbeit, mit großen Kosten verbunden. Er erträgt es aber als Philosoph. Er hat ohne Zweifel Ursache, seinen Aufenthalt in England zu bereuen; aber viele merkwürdige Personen und Sachen die er hier gesehen, lassen ihm ein Andenken, womit sein Herz und Geist sich mehr beschäftigen, als mit diesem Unglück. Dieses ersehe ich mit größtem Vergnügen aus einem Briefe von ihm, den ich eben erhielt, da dieser Bogen gedruckt wurde, und der ihn meinen Lesern aus einem andern sehr rühmlichen Gesichtspunkte zeigen würde, wenn ich ihn bekannt ma-

chen

Rauchs in der Argandschen Lampe; denn man sieht ihn hier im Gegentheil entstehen, und die einzigen Bestand-

chen dürfte. Ich will aber daraus wenigstens einige Sachen ziehen, die in Frankreich öffentlich bekannt sind.

Die zu Paris nach den Grundsätzen von Herrn Argand im Anfange von 1784 verfertigten Lampen waren nur Nachahmungen der seinigen; indem er sie zu Languedok erfunden, und zu Paris mehrern Personen gezeigt hatte, ehe er im September 1783 nach London kam. Der Glas-Schirm war noch nicht daran: er hatte aber davon schon zu verschiedenen, besonders den Herrn Montgolfier und Reveillon geredet, und er sprach mit mir davon gegen das Ende von 1783, indem er ihn von Herrn Hurter verfertigen ließ. Es scheint, daß etwa um dieselbe Zeit Herr l'Ange zu Paris dieselbe Idee gehabt: darauf forderte er in Frankreich sein Recht der Erfindung in diesem Betracht, als Herr Argand darauf bedacht war, hier das seinige zu gründen. Dieser Umstand würde einen Proceß unter ihnen veranlaßt haben, wenn der General Controleur Herr von Calonne nicht geglaubt hätte, daß dies den Fortgang einer sehr nützlichen Erfindung hemmen würde, und selbst unternommen hätte, ihr beyderseitiges Interesse zu vereinigen: es glückte ihm, die Herrn Argand und l'Ange dahin zu bringen, eine Gesellschaft unter sich zu schliessen, diese Lampen in Frankreich unter einem Privilegium zu verfertigen, das im Parlement registrirt ist. In den Lettres Patentes darüber, wird Herr Argand als Erfinder der Lampe angegeben, und in Absicht des Glasschirms wird gesagt, daß, als ihn Herr Argand zu London hätte verfertigen lassen, Herr l'Ange ihn auch zu Paris erfunden habe.

Dies ist ein Beyspiel, welchen Nutzen Regierungen stiften können, indem sie gescheute Leute nicht muthlos machen, und ihre Zwistigkeiten hindern, damit sie ihre Kräfte, wodurch sie einander schaden könnten, zur ge-

gen-

standtheile die ihn hier bilden konnten, sind unmittelbar bekannt. Folgendes ist der Abriß dieser im 4ten Abschnitt seines letzten Bandes erzählten Versuche. Indem er eine gewisse Menge von Wasser sammeln wolte, das durch Verbrennen der reinen Luft mit einer gewissen Menge inflammabler erzeugt war, die er aus Eisen und Vitriolsäure gezogen hatte; so machte er eine Mischung von diesen beyden Luftarten in hinreichender Menge, um die Operation in demselben Gefäße oft zu wiederholen. Bey der ersten Operation brachten diese Luftarten nur Wasser hervor; bey den folgenden aber wurde diese Menge Wasser immer geringer, und an seiner Stelle erschien Rauch, der im Gefäße ein schwarzes Pulver wie Ruß absetzte. Hier ist also ein andres Produkt derselben Luftarten, die anfangs nur Wasser gegeben hatten: und es scheint mir, daß diese Veränderung in Absicht ihrer unmittelbaren Ursache den wäs-

 rigten

genseitigen Unterstützung gebrauchen. Die Regierung hat diese vaterländische Erfindung wirksam unterstützt, um die Verfertigung dieser Lampen in Frankreich, und den Handel mit Fremden damit, zu beschleunigen. Vor allen diesen Begebenheiten, und folglich vor dem Handelstraktat, hatte Herr Argand die Hofnung die Erlaubniß zu erhalten, die in England verfertigten Lampen nach Frankreich zu bringen. Jetzt wird, ohngeachtet des Handlungstraktats, das ausschließende Privilegium ihre Einfuhr verhindern.

Vor seiner Ankunft nach England, hatte sich Herr Argand in Languedok aufgehalten, wegen sehr wichtiger Erfindungen, die er bey der Destillation von Branntewein gemacht, weswegen er auch eine Belohnung von den Ständen der Provinz erhalten hatte; und er hat auch eine Pension vom Könige bekommen, damit er sich beschäftige, daselbst seine Methode fortzupflanzen.

rigten Dünsten zugeschrieben werden kann, die sich im Gefäße durch die ersten Explosionen verbreitet hatten. Diese Dünste, und selbst das an den Seiten des Gefäßes abgesetzte Wasser, bemächtigten sich augenblicklich eines Theils von dem Feuer, das durch die folgenden Explosionen hervorgebracht wurde, und verhinderte also, daß die Wärme nicht so groß war, als sie anfangs um die kleinen Gruppen der beyden Luftarten die sich nach und nach zersetzten, gewesen war.

§. 715.

Die Nothwendigkeit einer starken Hitze zur Bildung des Wassers beym Verbrennen, fängt von der Erzeugung der brennbaren Luft durch den brennbaren Körper selbst an. Wir haben aus den Versuchen des Herrn Watt über das Oel gesehen, daß ohngeachtet eines Grades der Hitze, wobey die Retorte, wenn kein Oel darinn gewesen, roth glühete, dasselbe keine inflammable Luft erzeugte, und daß, um sie zu erhalten, man das Oel mit einer Substanz verbinden müsse, die es zwinge eine größre Hitze auszustehen. Und ich habe dieselbe Bemerkung in den analytischen Untersuchungen über die Natur der brennbaren Luft von Herrn Sennebier gefunden; welches Werk eine Menge interessanter Thatsachen über dies luftförmige Fluidum enthält, dessen Wesen und Modifikationen die Chemie so sehr betreffen. Man sieht, sage ich, im 14ten Abschnitte dieses Werkes, Versuche des Herrn Sennebier über die brennbare Luft aus dem Oele, die er erhielt, indem er Oel mit Sande vermischte, damit es eine stärkre Hitze aushielte; und auch alsdann war diese Luft mit keiner fixen vermischt. Dies ist also der Zustand, in welchem sich die brennbaren Körper befinden müssen, um inflammable Luft zu geben: und wahrscheinlich

würden

würden sie sich alsdann von selbst entzünden, wenn sie mit der äußern Luft in Berührung wären. Wenn sich inzwischen die Luft nicht schleunig genug um sie herum erneuerte; so würde dies Verbrennen wenig Wärme und viel Rauch geben. Wenn man aber einen Blasebalg stark auf die Kohlen wirken läßt; so vermehrt sich die Wärme durch eine größre Zersetzung der Luft, und alsdann bringen auch die Bestandtheile des Rauchs in größerer oder geringerer Menge, gleichzeitig mehr Flamme (welche die Wärme vermehrt) und mehr Wasser hervor. (S. Sennebiers analytische Untersuchungen über die Natur der brennbaren Luft. Leipzig 1785. S. 72. u. folg.)

§. 716.

Was das Feuer betrift, das sich beym Verbrennen offenbart, so zweifle ich bis jetzt nicht, daß es von der Zersetzung, sowohl der brennbaren Körper selbst, als von einem Theile der umgebenden Luft, herrührte. Die Wärme ist zum Wachsen der Pflanzen nothwendig, und daher ist die Vermuthung sehr natürlich, daß hier Feuer in Verbindung trete: und auf der andern Seite zeigt uns das Feuer, was sich bey der wechselseitigen Zersetzung der inflammablen und reinen Luft offenbart, eine unbezweifelte Quelle in allen Fällen, wo sich eine dieser Luftarten zersetzt. Aber welchen Theil hat die fixe Luft an der erzeugten Wärme durch das Verbrennen der vegetabilischen Substanzen? Diese Frage ist schwer aufzulösen. Ich wäre nicht abgeneigt zu glauben, daß sie gar keinen Antheil daran habe: d. h. daß alle Wärme einerseits von der Zersetzung der brennenden Substanz herrühre, und auf der andern, von dem Theile der umgebenden Luft, der sich zerstört: alles der Theorie gemäß, nach der ich oben die comparativen Mengen

von latentem Feuer in der inflammablen und reinen Luft berechnet habe: eine Theorie, deren Gang man leicht auf die Verändrung, welche das neue System über die fixe Luft erforderte, anwenden könnte. Indeß ist es nicht unmöglich, (nach einer §. 705 gemachten Bemerkung) daß die Bildung dieser letzten Luft auch eine Quelle der Wärme wäre. Das Feuer kann mehr oder weniger von seiner ausdehnenden Kraft in den luftförmigen Flüssigkeiten beybehalten, nach der Art wie es sich hier mit den andern Substanzen verbindet; denn es geht sogar Verbindungen ein, wo es dieselbe gänzlich verliert. Also setzt sich in der Theorie nichts dem entgegen, daß die Verwandlung der reinen Luft in fixe, eine Ursache der Befreyung von einem Theile des latenten Feuers der erstern sey; oder überhaupt, daß Veränderungen in der Natnr der luftförmigen Flüssigkeiten große Veränderungen in der Wärme hervorbringen könnten, ohne daß sie mit merklichen Veränderungen in dem Volumen dieser Flüssigkeiten begleitet wären.

Ich habe mich in alle diese Untersuchungen (welche der wirkliche Zustand der Thatsachen nothwendig unbestimmt macht) derjenigen Betrachtung gemäß eingelassen, welche D. Priestley zum öftern gebraucht hat: „Alles ist noch so dunkel in dem Gange der Natur, daß das geringste Licht von Erklärung verdient vorgelegt zu werden, und daß man sich nicht schämen muß gefehlt zu haben.“ Wegen dieser Betrachtung will ich nun auch zu einigen Bemerkungen über die atmosphärische Luft fortgehen.

Fünf=

Fünftes Kapitel.

Von der atmosphärischen Luft.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Idee von der Natur der meteorologischen Ursachen.

§. 717.

Da die dephlogistisirte oder reine Luft und die inflammable die ersten luftförmigen Flüssigkeiten sind, in welchen die Erfahrung uns die Elemente des Wassers gezeigt hat; so war es nach meiner Meynung über den Regen natürlich, zu suchen, ob dies letztre Phänomen, nicht durch Verbindung eben derselben beyden Luftarten in der Atmosphäre entspringen könnte: so sehr ich aber auch über diese Idee nachgedacht, und sie mit den meteorologischen Phänomenen verglichen habe, so blieb ich doch am Ende überzeugt, daß sie ohne Grund sey. Die mit Donner begleiteten Regen schienen der Operation analog zu seyn, in welcher wir, durch Entzündung dieser beyden Luftarten vermittelst des elektrischen Funkens, Wasser hervorbringen; und dies führte mich auch auf jene Idee. Aber, außerdem daß diese Regen nur ein besondrer Fall sind, und hier der Regen überhaupt zu erklären ist; so hindern mehrere Betrachtungen, daß man ihnen nicht dieselbe Quelle zuschreiben könne, ohngeachtet der Aehnlichkeit, die sie anfangs mit unsrer künstlichen Wassererzeugung durch Luft zu haben scheinen: und diese Betrachtungen, die ich anzeigen werde, setzen sich auch der Erklärung jedes Regens durch diese Ursache entgegen.

§. 718.

Wenn der durch Gewitterwolken erzeugte Regen von einer gegenseitigen Zersetzung, der inflammablen Luft mit einem Theile atmosphärischer, herrühren solte; so müste die erste Luftart in großem Ueberflusse in den Schichten, wo zu gleicher Zeit der Donner entsteht, sich befinden. Wie oft aber rollen nicht diese Gewölke in den hohen Thälern und Verengerungen der Gebirge, in gleicher Höhe mit den Stellen, wo die Menschen Feuer anzünden: und würden sie nicht alsdann diese Schichten entzünden, wo sich also so viele inflammable Luft befände? Wenn ferner die Verbrennung der inflammablen Luft mit der atmosphärischen Wasser erzeugt hat; so ist das Rückbleibsel dieser Luftarten sowohl zu neuen Verbrennungen, als für die Respiration untauglich. Wenn also das Wasser im Regen und zuerst das in den Wolken, sich durch eine solche Zersetzung der atmosphärischen Luft bildete; so müste das Ueberbleibsel dieser Luftschichten, welche dies Wasser durch die Donner oder in den gewöhnlichen Fällen erzeugt hätten, gleichfalls zu diesen beyden Funktionen unfähig werden. Man wird aber keine ähnliche Veränderung in der Luft, welche die Regenwolken einschliest, gewahr. In dem besondern Falle der Gewitterwolken endlich, sehen wir zwar die Gewölke, wo der Donner zu murmeln anfängt, größer werden, es donnert aber nicht ohne bereits gebildete Gewölke. Die Bildung der Gewölke selbst, ist aber das Fundamentalphänomen, und wenn man wüßte woher sie rühren; so würde keine wesentliche Schwierigkeit über den Regen mehr übrig bleiben.

§. 719.

§. 719.

Dies waren die Betrachtungen, welche mich die Idee aufgeben ließen, daß in der Atmosphäre inflammable Luft als ein abgesondertes Fluidum existiret; oder zum wenigsten sich hier in solcher Menge befinde, daß von ihr und einem Theile der atmosphärischen Luft das Wasser in dem Regen herrühre. Durch diese ersten Betrachtungen und eine aufmerksamere Prüfung der meteorologischen Phänomene wurde ich hernach geleitet, überhaupt zu glauben; daß kein Zeichen da sey, daß in der Atmosphäre verschiedene Gattungen luftförmiger Flüssigkeiten existirten, wenigstens in hinlänglicher Menge, um durch Verschiedenheit ihrer Mischungen die großen meteorologischen Phänomene hervorzubringen. Endlich schien es mir auch, daß man allen Grund zu glauben habe (wie man noch vor kurzer Zeit that) daß die atmosphärische Luft ein homogenes Fluidum wäre.

§. 720.

Inzwischen ereignen sich die meteorologischen Phänomene ohne Zweifel durch Mischungen; denn es dünkt mich, daß, wenn keine Veränderung dieser Art sich in der Atmosphäre zutrüge, keine Idee von Ursache, von allem was wir hier vorgehen sehen, übrig bliebe. Obgleich aber die Substanzen, die hiezu beytragen, nothwendig ausdehnbar sind, (weil sie sich mit der Luft vermischen) so sind es doch keine luftförmige Flüssigkeiten: sie sind zarter, und entschlüpfen wahrscheinlich unsern unmittelbaren Beobachtungen. Dies ist die allgemeine Idee, die ich mir über die Natur der Ursachen entworfen habe, welche von Zeit zu Zeit den Zustand der Atmosphäre, den wir Heiterkeit nennen, so sehr verändern. Ich will

jetzt

jezt genauer die Gründe dieser Idee vortragen, und einige Folgen die daraus fließen.

Zweyter Abschnitt.

Untersuchung der Frage: ob die atmosphärische Luft eine Mischung zweyer Luftarten sey.

§. 721.

Als D. Priestley seine wichtigen Versuche über verschiedene Luftgattungen anfieng, so bemerkte er unter andern: daß bey allen Operationen, wo man voraussetzte, daß eine Substanz den Bestandtheil, welcher Phlogiston *) heist, fahren ließe, die atmosphärische Luft eine Vermindrung erlitt, es sey unmittelbar oder hernach durch die Verfahrensarten, welche die fixe Luft zerstören. Er bemerkte weiter in diesem Betracht, daß, obgleich diese Operationen dem Anschein nach sehr verschieden wären, das luftförmige Rückbleibsel der atmosphärischen Luft immer von derselben Gattung war; und daß, durch welche dieser Operationen auch dies Rückbleibsel hervorgebracht wäre, es zu andern mehr oder weniger unfähig war: welches er seiner Unfähigkeit noch mehr Phlogiston aufzunehmen zuschrieb, und aus diesem Grunde nannte er es phlogistische Luft. Er entdeckte darauf eine Gattung von luftförmigem Fluidum, das durch die Operation hervorgebracht wurde, wobei man Substanzen gebrauchte, die, der Annahme nach,

*) S. Abriß der Lehre vom Phlogiston von Herrn de Morveau. (Chem. Ann. 1784 II. 67. von Herrn Wiegleb. Ebend. 1. 207. von Herrn Skopoli. Beytr. zu d. chem. Ann. 1. 4. 1.

nach, sehr begierig nach Phlogiston waren, welches Fluidum, im Gegensatze der phlogistischen Luft zu eben denselben Operationen geschickter war, als die atmosphärische Luft: und indem er glaubte, daß dieses Vermögen bey ihm daher rühre, weil es sich mit mehrerm Phlogiston überladen könne, so nannte er es dephlogistisirte Luft. In dieser Theorie betrachtete also Dr. Priestley die atmosphärische Luft noch als ein homogenes Fluidum, das bey diesen Prozessen, von denen er glaubte, daß sie ihrem Grunde nach von derselben Gattung wären, und die er phlogistische Prozesse nannte, seine Natur verändere, indem es an seiner Masse verliert. Ich werde mich hier bey dem ersten Theile dieser Theorie verweilen, ohne mich auf die, über den lezten Theil erhobenen Streitigkeiten einzulassen, die für meinen Gegenstand gleichgültig sind.

§. 722.

Herr Lavoisier, dem die Chemie und besonders der Theil, welcher die Luftarten und das Feuer betrift, so viele Entdeckungen und wichtige Aussichten verdankt, hat eine andre Hypothese über die Natur der atmosphärischen Luft entworfen. Indem er das ganze Feld von Prozessen durchlaufen, wodurch diese Luft Verminderungen erleidet (sie seyen unmittelbar oder durch Entziehung der fixen Luft); so bemerkte er: daß, wenn er diesen Verlust durch eine gleiche Menge von dephlogistisirter Luft des Dr. Priestley ersetzte, diese Mischung dieselbe Wirkung hervorbrachte, wie die atmosphärische Luft selbst. Hieraus schloß er: daß die letztre Luft eine Mischung von zwey Gattungen luftförmiger Flüssigkeiten sey, wovon die eine zu allen diesen Operationen durchaus unfähig war, die andre hingegen sich dabey gänzlich aufwandte. Indem er darauf suchte, um welchen

Theil

Theil ihrer Masse die atmosphärische Luft durch die wirksamste dieser Operationen vermindert werden könne, so fand er; daß ihre grösste Vermindrung durch Verbrennen des hombergischen Pyrophors Statt habe, und sich auf $\frac{1}{4}$ belaufe: dies führte ihn auf die Bestimmung der comparativen Mengen der beyden Luftarten, aus denen, wie er annimmt, die atmosphärische Luft durch bloße Mischung zusammen gesezt sey. Nach den wichtigsten Funktionen endlich, derjenigen unter diesen Luftarten der er alles zuschreibt, nämlich das Leben zu erhalten, nennt er sie Lebensluft, und aus dem entgegengesetzten Grunde nennt er diejenige, welche er zu nichts tauglich fand, mephitische Luft.

§. 723.

Wenn ich bloß die Thatsachen, aus denen diese beyden verschiedenen Hypothesen über die atmosphärische Luft geschlossen sind, betrachte; so scheinen sie mir auf gleiche Weise wahrscheinlich. Auf den ersten Blick scheint mir die von Herrn Lavoisier einfacher zu seyn, weil die dephlogistisirte (oder Lebens-) Luft sich zu denselben Funktionen ganz verwenden kann, welche nur der vierte Theil der atmosphärischen Luft verrichten kann; und weil die erste dieser Luftarten sich hier, sie sey allein oder mit dem unwirksamen Rückbleibsel der letzten vermischt, verwendet. Die Hypothese des Dr. Priestley dünkt mich also verwickelter zu seyn, weil sie voraussetzt, daß die atmosphärische Luft, ein homogenes Fluidum, ihre Natur verändern könne, indem sie $\frac{1}{4}$ ihrer Masse verliert, und daß der besondre Bestandtheil, welcher sich alsdann davon trennt, unter der Gestalt einer andern Luft erscheinen könne. Dies ist aber nur einer von den unzähligen Fällen, in welchen gewisse Bestandtheile die zur Existenz besondrer Substanzen nothwendig sind,

davon

davon getrennt werden, und alsdann allein Wirkungen hervorbringen können, welche diese Substanzen selbst, nur weil sie jene Bestandtheile besitzen, hervorbringen. Z. B. Branntewein entzündet sich, und brennt indem er ein Residuum zurück läßt; Weingeist, ein Bestandtheil der ersten Flüssigkeit, verbrennt gänzlich; derselbe Bestandtheil mit einer gehörigen Menge vom Residuum des Branntweins vermischt, giebt eine Flüssigkeit, die wie der letzte brennt, und einen Rückstand, der merklich von einerley Natur wie bey diesem ist, übrig läßt. Kann man deswegen sagen, daß diese letzte Flüssigkeit wahrer Branntewein sey? Mich dünkt, dies wäre ohne Grund. Denn alles, was wir bey diesen Phänomenen als gewiß sehen, ist, daß man eine Mischung gemacht habe, die wie Branntewein brennt, und einige ihm analoge Funktionen verrichten kann; dies ist aber noch weit von einer völligen Homogeneität entfernt. Ich habe dies Beyspiel, als das einfachste was mir beyfiel, gebraucht; man brauchte aber nur die Operationen der Chemie durchzugehen, um eine große Anzahl andrer zu finden. Eine Hypothese nun, welche wirklichen Fällen analog ist, kann wegen Anscheins von Verwicklung nicht verworfen werden. Denn wir wissen nicht, was in der Natur wirklich einfach ist: weil die Einfachheit darinn besteht, Wirkungen durch die möglichst direkten Mittel hervorzubringen, und das absolut Mögliche uns verhüllt bleibt. Wir haben also, um über verschiedene Theorieen über denselben Gegenstand zu entscheiden, keine andre Führer als die Phänomene: man muß aber Sorge tragen, sie alle zu sammlen; und daher will ich zu denen, welche die beyden obigen Theorieen auf gleiche Art umfassen können, einige meteorologische Phänomene hinzusetzen, die nicht für beyde gleich günstig zu seyn scheinen.

§. 724.

§. 724.

In jedem Klima und in jeder Höhe, bringt die atmosphärische Luft, wenn sie nicht durch lokale Ursachen verändert ist, bey unsern Versuchen merklich einerley Wirkungen hervor: welches nach der Hypothese von Herrn Lavoisier vorausetzen würde; daß überall und zu jeder Zeit die Atmosphäre aus derselben Mischung von Lebensluft und mephitischer Luft zusammen gesetzt sey. Da es hier nur auf zwey Luftarten von ungleicher specifischen Schwere ankömmt, so scheint mir diese Voraussetzung nicht natürlich; vorzüglich wenn man Luftarten, in verschiedenen Höhen genommen, vergleicht. Man wird ohne Zweifel dieser Betrachtung das Phänomen entgegensetzen, welches D. Priestley bey einer Mischung von inflammabler und atmosphärischer Luft betrachtete, wo sich dasselbe Verhältnis zwischen den beyden Luftarten, oben und unten in dem Gefäße befand. Dies ist aber nur ein Beyspiel von dem, was ich schon oft gesagt habe; daß Versuche, mit ausdehnbaren Flüssigkeiten in verschlossenen Gefäßen angestellt, trüglich werden können. Eine Eigenschaft dieser Flüssigkeiten ist, den ganzen Raum, der ihnen gelassen wird, einzunehmen zu suchen. Es müssen daher zwey Luftarten, die sich nicht chemisch verbinden, da beyde diesen Hang haben, sich in dem ganzen Raume, der enge Gränzen hat, vermischen; vorzüglich wenn eine von beyden, weil sie zarter als die andre ist, leicht in die Zwischenräume der Theilchen der letztern eindringt. Aus demselben Grunde brachten bey den hygrologischen Versuchen des Herrn von Saussure, kleine Stücke von angefeuchtetem Leinewand, die er in einem großen luftvollen Ballon aufhieng, hier eine allgemeine Feuchtheit hervor; obgleich die specifische Schwere der wässerigen Dünste, mehr als um die Hälfte geringer ist, als die der gemeinen

nen Luft. Wenn aber leichtere ausdehnbare Flüssigkeiten als die Luft, sich mit ihr vermischt befinden; so vertreibt, wenn man das Gefäß, was sie enthält, oben öffnet, die äußre Luft sie hier bald: weil sodann die Flüssigkeiten innwendig, indem sie einen freyern Raum sich auszudehnen finden, ihrer spezifischen Schwere gehorchen. Dies sehen wir auch bey unsern täglichen Versuchen; denn die entzündbare Luft und die wässerigten Dünste, indem sie sich erheben, und die fixe Luft indem sie niederfällt, verlassen bald die Substanzen von denen sie sich entwickeln. Obgleich also der Unterschied in der spezifischen Schwere der mephitischen Luft und der Lebensluft nicht gar groß ist; so müßte doch, wenn die atmosphärische Luft nur eine Mischung dieser beyden Luftarten wäre, die erstre nach langen Windstillen merklich die häufigste in den Höhen, und die letztre unten in der Atmosphäre seyn: welches jedoch nicht geschieht.

§. 725.

Ich bin also geneigt zu glauben, daß die atmosphärische Luft ein homogenes ausdehnbares Fluidum sey, wovon jedes Theilchen alle die Bestandtheile enthält, welche wir davon trennen, und wahrscheinlich viele andre, die uns noch unbekannt sind. Niemals können wir durchaus gewiß seyn, daß kein Unterschied zwischen unsern Zusammensetzungen und den natürlichen Substanzen sey, welche wir nachzuahmen suchen. Wir unterscheiden diese letztre durch gewisse Wirkungen; und zuweilen können wir bis auf einen gewissen Punkt, durch Mischungen dieselben Wirkungen hervorbringen. Wenn man aber über ihre absolute Identität entscheiden solte, unter einer zu fürchtenden Strafe für einen Irrthum; so zweifle ich, ob der in der Spekulation noch so entschiedene Mann, es wagen würde nach seiner Hypothese zu

handeln, wenn die Folge gefährlich seyn könnte. Und hier z. B. glaube ich nicht, daß jemand, ohngeachtet der Analogieen zwischen der atmosphärischen Luft und einer Mischung von 3 Theilen mephitischer, und 1 Theile Lebensluft, in einem solchen Gemisch leben wollte. Die Lebensluft kann zwar, obgleich mit mephitischer vermischt, das Leben einige Zeit erhalten; aber würde sie auch die Gesundheit erhalten? Die mephitische Luft mit Lebensluft vermischt, kann zwar nicht unmittelbar den Thieren schädlich seyn, wäre sie aber nicht ein langsames Gift? Niemand, glaube ich, würde sein Leben oder seine Gesundheit der Gefahr eines Irrthums in dieser Theorie aussetzen: so wie niemand sich gern von Kraftbrühen nähren würde, die mit dem Marke der Fleischspeisen, aus denen sie gezogen sind, vermischt wären; obgleich auch die Kraftbrühen in weit geringerer Menge, als das Fleisch auf einige Zeit das Leben erhalten, und also in dem Fleische selbst das Nahrhafte ihnen zuzugehören scheint.

§. 726.

Diese allgemeinen Betrachtungen werden von einem auffallendem Beyspiel unterstützt, das ein Versuch des D. Priestley an die Hand giebt. Die mephitische Luft die zum Verbrennen untauglich ist, ist es auch zum Athemholen. Die Lebens- und atmosphärische Luft sind ihrem Grade nach zu beyden tauglich. Die Modifikationen, welche diese beyden Luftarten beym Verbrennen vegetabilischer oder animalischer Substanzen, und beym Athmen erleiden, haben auffallende Analogieen. Es schiene also, daß man aus diesen Thatsachen mit Grunde schließen könnte; daß jede Luft die zum Verbrennen, besonders zu dem von vegetabilischen oder animalischen Substanzen geschickt ist, es auch zum Athmen

seyn

seyn werde. Indessen hat D. Priestley ein luftförmiges Fluidum gefunden, welches zwar zu der ersten Operation sehr geschickt, zur letzten aber durchaus untauglich ist: es ist diejenige, die er dephlogistisirte Salpeterluft in seinem letztern Werke nannt, wo er die Bildung und Phänomene dieser Luft vorgetragen hat.

§. 727.

Nach dieser einzigen Thatsache scheint es mir offenbar: daß, sobald alle unsre Sinne unser Urtheil über die Natur der Substanzen nicht unterstützen können, und wir sie nur aus einigen Wirkungen kennen, die auffallendsten Analogieen in diesen Wirkungen keine sichre Zeichen von absoluter Identität sind: denn es ist uns immer unbekannt, ob sich nicht durch unvermuthete Phänomene ein Unterschied unter ihnen offenbaren würde. Ohngeachtet der großen Analogieen also, zwischen der atmosphärischen Luft, und einer gewissen Mischung von mephitischer und Lebensluft, fliest ihre absolute Identität noch nicht daraus nothwendig genug (vorzüglich aus dem entgegengesetzten Grunde, den ich oben erklärt habe); daß man diese hypothetische Identität dem, was aus andern Phänomenen zu entspringen schiene, entgegenstellen könnte. Denn nichts hindert, daß eine Substanz, deren Theilchen alle homogen sind, in gewissen Fällen dieselben Wirkungen hervorbringen könne, wie eine gewisse Mischung von heterogenen Theilchen: indem aller Unterschied hiebey darinn besteht, daß die homogene Substanz sich zersetzen muß, um diese Wirkungen hervorzubringen, anstatt daß die heterogene Substanz sie unmittelbar hervorbringen kann. Ich gehe zu einer weniger direkten Betrachtung über die Natur der atmosphärischen Luft.

§. 728.

Da ich auf diese Untersuchung durch diejenigen, welche den Regen betreffen, geleitet bin; so wird der Leser gleich errathen haben, in welcher Absicht ich mich darauf einließ. In der That, wenn der Regen seine Quelle nicht in dem unmittelbaren Produkte der Ausdünstung hat; wenn die Dünste in der Atmosphäre ihre Natur verändern, und nur sich in ihrer ersten Gestalt wieder zeigen, wenn Wolken in der Luft erscheinen: so ist ihr Zwischenzustand vermuthlich derjenige der Luft selbst, und alsdann ist es nicht zu vermuthen, daß sie zwey Luftgattungen bilden. Und da wir auf der andern Seite keine Veränderung in der Luft gewahr werden, wo sich die Wolken bilden, so ist es auch wahrscheinlich; daß die Dünste, von denen sie ihren Ursprung haben, von der Zersetzung eines Theils der Luft der dem Reste völlig ähnlich ist, zum wenigsten in den Gränzen unsrer Untersuchungen, herrühren. Dies ist also der Gesichtspunkt, aus dem ich jezt die atmosphärische Luft betrachten werde.

Dritter Abschnitt.

Von den Verhältnissen der atmosphärischen Luft zum Wasser.

§. 729.

So geringe auch unsre Kenntnisse von den Bestandtheilen der luftförmigen Flüssigkeiten seyn mögen, so dünkt mich, daß wir hier auf eine hinlänglich wahrscheinliche Weise sehen; das die atmosphärische Luft (als homogenes Fluidum betrachtet, alles enthalte was nothwendig ist, um wässerigte Dünste zu bilden; ich

meyne

meyne Feuer und Wasser. Was das erste betrift, so haben die Herrn Lavoisier, Kirwan und Watt zugegeben, daß gewisse Substanzen dem Feuer ihre luftförmige Ausdehnung verdanken: Herr Lavoisier hat sogar diese Theorie auf jede Luftgattung ausgedehnt, und ich habe diesen Gegenstand ausführlich genug im ersten Theile abgehandelt, so daß ich nicht nöthig habe hier aufs neue darauf zu kommen. Ich halte es also für sehr wahrscheinlich: daß das Feuer einen Theil der atmosphärischen Luft ausmache, und daß folglich, wenn diese Luft auch die Bestandtheile des Wassers in sich schließt, es nur auf einen besondern Umstand ankomme, daß diese Bestandtheile mit dem Feuer verbunden, entweder wässerigte Dünste oder die atmosphärische Luft bilden.

§. 730.

Die Entdeckung von Hervorbringung des Wassers, durch Zersetzung der inflammablen Luft mit der atmosphärischen, zeigt uns schon grade zu, daß die letztre Luftart einen Bestandtheil des Wassers, nämlich die Basis der dephlogistisirten Luft enthalte: welche alsdann von den Theilchen der atmosphärischen Luft verlassen, sich mit der Basis der inflammablen verbindet. (Man lese inzwischen van Troostreyk und Deimann über die verschied. Arten d. Luft. in Beytr. zu d. chem. Ann III. 1. und Herr Kirwan's neueste Schrift über das Phlogiston). Die Analyse der atmosphärischen Luft aber ist von Herrn Cavendish in den Untersuchungen noch weiter geführt, welche er, über die Natur des luftförmigen Rückbleibsels dieser Luft nach dem Verbrennen, angestellt hat. Und da seine Abhandlungen über diesen wichtigen Gegenstand, erst seit kurzem in den philosophischen Transaktionen bekannt gemacht sind, so glaube ich denjenigen meiner Leser Vergnügen zu

machen, die sie nicht im Original lesen können, indem ich mich dabey in einige Untersuchungen einlasse.

§. 731.

Bey seinen schönen Versuchen über das Wasser, welches durch die dephlogistisirte und inflammable Luft hervorgebracht wird, hat Herr Cavendish gefunden, daß, wenn der Rückstand nach ihrem Verbrennen reine dephlogistisirte Luft war, das erzeugte Wasser oft rein war; näherte sich dieser Rückstand der atmosphärischen Luft, so war das Wasser sauer; und aus welcher Quelle auch die dephlogistisirte Luft gezogen war (man mochte sie aus Pflanzen nehmen, die keine Säure enthalten, oder aus einer Auflösung des Queckfilbers in Vitriolsäure); so war die in diesem Wasser enthaltene Säure jederzeit Salpetersäure. Ein zuerst zu entdeckender Umstand war die Quelle der phlogistischen Luft, die nach dem Verbrennen übrig blieb; und Herr Cavendish vermuthete, daß sie in der dephlogistisirten Luft existire. Er glaubte auch, daß von dieser ersten Luftart die Säure herrühre, die sich zuweilen mit dem Wasser vermischt findet; weil man manche Mischung von inflammabler und dephlogistisirter Luft machen könnte, die mit einem Rückstande von reiner phlogistischer Luft dennoch saures Wasser hervorbrächte. Um diese erste Vermuthung zu bestätigen, that er zu derselben Mischung der beyden Luftarten, einen kleinen Theil phlogistischer Luft, wodurch das erzeugte Wasser saurer wurde; welches seine Hypothese bestätigte. Dies waren die ersten Thatsachen, aus denen Herr Cavendish folgende Theorie herleitete: „Wenn die dephlogistisirte Luft in gewissem Verhältniß mit der inflammablen ist; so macht ihre große Verwandschaft mit dem Phlogiston, daß sie, bey der Explosion, der phlogistischen

schen Luft, die sich damit vermischt befindet, davon entzieht: wodurch letztre die Salpetersäure, die in ihre Zusammensetzung eingeht, fahren läßt. Wenn aber die dephlogistisirte Luft nur in hinreichendem Verhältnisse da ist, um alle inflammable Luft zu verzehren, so zersetzt sie die phlogistische Luft nicht, und alsdann hat man keine Säure" hiemit verband Herr Cavendish folgende Bemerkung: daß, wenn man gemeine Luft gebraucht, oder eine Mischung von dephlogistisirter und phlogistischer Luft, die beym Verbrennen dieselbe Wirkung hervorbringt, das erzeugte Wasser, ohngeachtet des größern Ueberflusses der letzten, niemals sauer ist: ohne Zweifel, sagt er, weil die Explosion alsdann zu schwach, und daher mit zu wenig Wärme begleitet ist, um diese Luft zu ersetzen. (S. Crells chem. Annal. 1786. 1. 99. Und Versuche von Herrn Gren über denselben Gegenstand: Beyträge zu d. chem. Ann. 2. 296.)

§. 732.

Zum Beweise dieser Meinung über die Natur der phlogistischen Luft führt Herr Cavendish das Entzünden des Salpeters mit Kohlen an; wobey, wie er glaubt, die Säure dieses Salzes fast ganz in phlogistische Luft verwandelt wird. „Daß die Säure gänzlich in Luft verwandelt werde, (sagt er) scheint bey dem Prozeß, wodurch man Salpeterklyssus bereitet, zu geschehen. Denn wenn Salpeter und Kohle trocken sind so findet man fast nichts in dem zum Verdicken der Dämpfe bestimmten Gefäße: sind sie aber feucht, so sammelt sich hier etwas Flüssigkeit, welche von dem, in den Ingredienzen enthaltenen Wasser gebildet ist; mit etwas flüchtigem Alkali vermischt, das wahrscheinlich von der schlecht gebrannten Kohle herrührt, und mit ein wenig

fixem Alkali, das von dem alkalisirten Salpeter herkömmt, durch die Wärme von den Substanzen losgerissen, und mit den wässrigen Dünsten verbunden ist. Was die Luft betrift, in welche sich der gröste Theil der Säure umwandelt, so weicht sie, so viel ich bis jetzt davon urtheilen kann, in nichts von der gemeinen phlogistischen Luft ab. Ein kleiner Theil der Säure bildet auch Salpeterluft, und alles ist mit vieler fixen und inflammabler Luft vermischt, die beyde von der Kohle herrühren."

§. 733.

Dieses waren die Muthmassungen des Herrn Cavendish über die Natur der phlogistischen Luft, ehe er direkte Versuche anstellte, welche seine Theorie bestätigten, und den Gegenstand seiner letzten Abhandlung ausmachen. Das Verpuffen des Salpeters mit Kohlen zeigte schon; daß die phlogistische Luft sehr wahrscheinlich durch Verbindung der Salpeterluft mit Phlogiston erzeugt werde. Diese Hypothese war durch die, beym Verbrennen der dephlogistisirten und inflammablen Luft, wenn man etwas phlogistische zugemischt hatte, erzeugte Salpeterluft unterstützt. Hier nimmt aber Herr Cavendish einen neuen Weg, aus folgendem Grunde: „In meiner vorigen Abhandlung (sagt er) hatte ich geschlossen, daß die phlogistische Luft nichts anders sey als Salpetersäure mit Phlogiston verbunden: und demnach müste diese Luft in Salpetersäure reducirt werden, so bald man ihr das Phlogiston entzöge. Da auf der andern Seite die dephlogistisirte Luft seines Phlogistons beraubtes Wasser ist; so ist klar, daß diese Luft einer Substanz zusetzen, so viel heiße, sie des Phlogistons berauben, und Wasser hinzusetzen. Die phlogistische Luft wird also in Salpeter-

petersäure reducirt werden müssen, wenn man sie nöthigen kann, mit der dephlogistisirten eine chemische Verbindung einzugehen; und die dadurch gebildete Säure wird nur verdünnter seyn, als wenn die phlogistische Luft bloß ihres Phlogistons beraubt wäre." Dies waren die Schlüsse, nach denen Herr Cavendish seine Versuche unternahm, welche sie völig bestätigten. Er gebrauchte den elektrischen Funken um die Verbindung der beyden Luftarten hervorzubringen, und durch eine Lauge von Weinsteinsalz erkannte er die Gattung der Säure. Die gebrauchte dephlogistisirte Luft war aus dem, durch Rühren des Queckfilbers mit Bley, erzeugten schwarzen Pulver gewonnen; oder aus mineralischem Turpith, und das Weinsteinsalz der Lauge war ohne Salpeter bereitet. Diese Lauge konnte $\frac{1}{10}$ ihres Gewichts an Salpeter hergeben, wenn man sie mit Salpetersäure sättigte. Die Beschaffenheit seiner Versuche ist folgende.

§. 734.

Ein gläserner Heber mit gleichen Schenkeln, mit Queckfilber angefüllt, wurde in zwey Gläser, die gleichfalls Queckfilber enthielten, gestellt. Ein kleines gläsernes Instrument, wovon ich hernach reden werde, diente um in den Heber in bestimmten Mengen zuerst eine Flüssigkeit zu bringen, welche in dem Heber in die Höhe stieg, und das Queckfilber in zwey Säulen theilte; hernach die Luftarten, welche ihrerseits die Flüssigkeit theilten. Er brachte darauf das Queckfilber des einen Glases mit dem Boden in Verbindung, und gab dem in dem andern durch eine Elektrisirmaschine Funken; welche aus einem Schenkel des Hebers in den andern durch die Luftarten hindurch giengen. Auf diese Weise wurden folgende Versuche angestellt.

§. 735.

„Wenn der elektrische Funken durch die atmosphärische Luft gieng, welche durch zwey kleine Säulen von Lackmustinktur eingeschlossen war; so wurde diese Flüssigkeit roth, und die Luft vermindert wie D. Priestley bemerkt hat. Nahm man statt der Tinktur Kalkwasser, und setzte die Funken auch so lange fort, bis die Luft sich nicht mehr verminderte; so zeigte sich dennoch nicht die geringste Wolke in demselben: obgleich die Luft auf $\frac{2}{3}$ ihres Volumens reducirt war; welche Verminderung man durch keinen phlogistischen Proceß hervorbringt, wo sie selten $\frac{1}{5}$ übersteigt. Der Versuch wurde darauf mit unreiner dephlogistisirter Luft wiederhohlt, welche sich stark verminderte, ohne daß sich eine Wolke im Kalkwasser zeigte, welche auch alsdann, eine hineingebrachte kleine Menge fixer Luft, nicht bildete. Wenn man aber etwas kaustisches flüchtiges Alkali hineinsteigen ließ; so bildete sich sogleich ein brauner Niederschlag. Hieraus kann man schließen; daß das Kalkwasser anfangs mit einer Säure gesättigt war, welche verhinderte, daß die fixe Luft den Kalk präcipitirte.“ Dies ist der erste Versuch, wodurch Herr Cavendish beweist, daß die, durch den elektrischen Funken zerstörte Luft eine Säure hervorbringe; und folgende haben ihre Natur bestimmt.

§. 736.

„Wenn die Luft durch die Lauge eingeschlossen war, so verminderte sie sich weit schneller als beym Kalkwasser: daher, so wie auch wegen einer stärkern Alkalisation, die erstere bey den Versuchen, wodurch ich die Natur der Säure bestimmen wollte, vorzuziehen war. In dieser Absicht machte ich vorläufige Versuche, um zu bestimmen,

stimmen, von welchem Grade der Reinigkeit die Luft seyn müßte, um die schnellste und größte Vermindrung zu erleiden; und ich fand: daß, wenn die dephlogistisirte Luft sehr rein gebraucht wurde, die Vermindrung sehr geringe war; wenn man phlogistische Luft gebrauchte, sich gar keine merkliche Vermindrung zeigte; wenn man aber 5 Theile reiner dephlogistisirter mit 3 Theilen gemeiner Luft vermischte, alles fast gänzlich verschwand. Und da die gemeine Luft einem Gemisch von 1 Theile dephlogistisirter mit 4 Theilen phlogistischer gleich ist; so ist die obige Mischung 7 Theilen dephlogistisirter mit 3 Theilen phlogistischer Luft gleich."

„Indem ich diese vorläufigen Proben gemacht, brachte ich in den Heber etwas Lauge, darauf eine Mischung von dephlogistisirter und gemeiner Luft in obigem Verhältnisse. So lange diese Mischung durch die Funken vermindert wurde, brachte ich davon immer aufs neue hinein, bis endlich gar keine Vermindrung mehr da war. Um darauf zu beurtheilen, ob diese Wirkung wegen eines Fehlers in dem genauen Verhältnisse der beyden Luftarten aufhörte, brachte ich zuerst etwas reine dephlogistisirte Luft hinein; darauf etwas gemeine Luft: dies war aber gleichfalls für neue Verminderungen ohne Wirkung. Ohne Zweifel war die Lauge neutralisirt, und daher kein Alkali mehr übrig um die Säure aufzunehmen, welches eine weitere Bildung der letztern verhinderte. Ich setzte aber den Versuch nicht lange genug fort, um zu erfahren, ob hier ein gänzliches Aufhören oder nur eine große Langsamkeit in der Bildung der Säure Statt habe. Die aus dem Heber gezogene und vom Queckſilber gereinigte Lauge schien durchaus neutralisirt, denn sie entfärbte das mit Veilchensaft gefärbte Papier nicht. Bis zur Trockenheit abge-

gedampft, ließ sie eine kleine Menge Salz, das offenbar Salpeter war, nach der Art wie mit dessen Auflösung getränktes Papier brannte."

„Zu mehrerer Sicherheit stellte ich den Versuch mit einem Heber von größerm Durchmesser mit derselben Luftmischung an, die nach und nach hinein gebracht wurde, bis die Funken keine merkliche Vermindrung zeigten. Die aus dem Heber gezogene Flüssigkeit hatte merklich den Geruch von Salpetersäure: bis zur Trokkenheit abgedunstet gab sie 1, 4 Gran Salz, welche sehr nahe die Menge des Salpeters ist, den sie durch Sättigung mit Salpetersäure gegeben hätte. Das erzeugte Salz, war, nach der Art wie mit seiner Auflösung getränktes Papier brannte, wahrer Salpeter — In dem ersten Versuche war die Menge der gebrauchten Lauge 35 Maaß, jedes von dem Volumen eines Grans Quekfilbers; und die Menge der gebrauchten Luftarten war, 416 von denselben Maaßen phlogistische und 914 dephlogistisirte Luft. Beym zweyten Versuche waren 178 Maaß Lauge, 1920 phlogistischer und 4860 dephlogistisirter Luft gebraucht. Man muß indeß bemerken, daß bey beyden Versuchen etwas Luft, oben im Heber übrig blieb, deren Natur ich nicht bestimmen konnte; so daß das Verhältniß der verschluckten Mengen der beyden Luftarten nicht mit großer Genauigkeit bestimmt ist." Herr Cavendish brachte Lauge oder Luftarten in den Heber, durch den Druck einer Quekfilbersäule in einer gekrümmten gläsernen Röhre, an welche eine Kugel geblasen war mit einer kleinen Röhre, die unter die Arme des Hebers treten muste. Diese Art von Trichter wurde mit seiner ersten Queckfilbermenge gewogen; und da durch das Hineinbringen neuer Mengen von dieser Flüssigkeit in den obern Theil, die Luft

oder

oder die Lauge in den Heber getrieben wurden, so erfuhr man die herausgetretene Mengen, durch die des Queckſilbers, was die Stelle eingenommen hatte. Hierauf bezieht ſich die in dieſen Verſuchen angezeigte Gattung von Maaß; wobey das Volumen der Lauge und der Luftarten mit dem Volumen einer gewiſſen Anzahl Grane Queckſilber, welche durch wiederholtes Wägen des Inſtruments nach dem Verſuche bekannt werden, verglichen iſt.

§. 737.

Unter den Operationen von dieſer Gattung, welche Herr Cavendiſh angeſtellt, iſt folgende in Beziehung auf ſeine Theorie die direkteſte. „Nach allem, was uns bis jetzt Erfahrung über die phlogiſtiſche Luft gelehrt hat, welche einen Theil unſrer Atmoſphäre ausmacht, wiſſen wir davon faſt nichts, als daß ſie nicht durch Kalkwaſſer, kauſtiſches Alkali oder Salpeterluft vermindert wird; daß ſie weder das Feuer noch das Leben der Thiere zu erhalten taugt; und daß ihre ſpecifiſche Schwere nur wenig geringer iſt, als die der gemeinen Luft. Obgleich alſo die Salpeterſäure durch Verbindung mit dem Phlogiſton, in eine Luft, welche dieſe Eigenſchaften hat, verwandelt iſt, und man folglich mit Grunde annehmen könnte, daß wenigſtens ein Theil der phlogiſtiſchen Luft in der Atmoſphäre, auch aus Salpeterſäure und Phlogiſton zuſammengeſetzt ſey; ſo könnte man dennoch in Zweifel ziehen, ob alles von derſelben Gattung wäre, oder ob nicht verſchiedene Subſtanzen unter dem Nahmen der phlogiſtiſchen Luft verwechſelt wären. Ich machte alſo einen andern Verſuch um zu erfahren, ob eine gewiſſe Maſſe phlogiſtiſcher Luft ganz in Salpeterſäure verwandelt werden könnte, oder ob nicht ein Theil davon dieſer Verwandlung ſich wi-

der-

dersetzte. Die vorigen Versuche schienen zwar diese Frage zu entscheiden; weil der gröste Theil der in den Heber gebrachten Luft ihre Elasticität verloren hatte. Da inzwischen immer ein kleiner Rückstand von Luft übrig blieb, dessen Natur nicht hatte bestimmt werden können; so war die Frage unentschieden."

„Ich setzte also eine der vorigen ähnliche Mischung von dephlogistisirter und gemeiner Luft derselben Probe aus, bis sie zu einem kleinen Theil ihres ersten Volumens reducirt war. Um darauf soviel als möglich von phlogistischer Luft zu zersetzen, that ich dephlogistisirte Luft hinzu, und ließ Funken hineinschlagen, bis sie keine Vermindrung mehr hervorbrachten. Darauf brachte ich in den Heber etwas aufgelöste Schwefelleber, um die übrige dephlogistisirte Luft zu verschlukken, und es blieb alsdann nur eine Luftblase, höchstens von $\frac{1}{120}$ des Volumens der im Versuche gebrauchten phlogistischen Luft, übrig. Wenn also die phlogistische Luft in der Atmosphäre einen Theil enthält, der nicht in Salpetersäure reducirt werden kann, so übertrift er sicherlich nicht $\frac{1}{120}$ des Ganzen."

§. 738.

Ich will zuerst hier eine Anmerkung machen, welche die Hofnung zu künftigen großen Entdeckungen in der Meteorologie bestärken wird. Bis auf die Zeit der ersten Versuche des Herrn Cavendish, welche ihn auf die letztern geführet haben, schien sich die phlogistische Luft unsrer Zerlegung zu widersetzen: ihre Basis macht beynahe $\frac{3}{4}$ von der Masse der Atmosphäre aus, und dennoch war sie uns nur durch negative Eigenschaften bekannt, und ihren Gebrauch für unsern Erdball kannten wir durchaus nicht. Ein glücklicher Zufall von Scharf-

sinn

sinn unterstützt, verschafte uns einen Leitfaden in diesem Labyrinth. Das, durchs Verbrennen der dephlogistisirten Luft mit der inflammablen, erzeugte Wasser, enthielt zuweilen Salpetersäure in den Versuchen des Herrn Cavendish, und er bemerkte sie. Dies ist der unerwartete Umstand; der Beobachter that das Uebrige und wir wissen jetzt mit großer Wahrscheinlichkeit, worinn das luftförmige Residuum der atmosphärischen Luft bestehe, wenn sie bey den sogenannten phlogistischen Prozessen gebraucht wird. Nach einem so unerwarteten Schritt haben wir zu andern Hofnung, die uns in der Kenntniß der Atmosphäre noch weiter führen werden, und ich darf jetzt eher hierüber Hypothesen wagen.

§. 739.

Ich würde also glauben (wenn ich die Idee von der Homogeneität der atmosphärischen Luft, mit der Theorie des Herrn Cavendish über die Natur des Rückbleibsels dieser Luft nach den phlogistischen Prozessen, verbinde (daß die atmosphärische Luft die beyden Bestandtheile des Wassers in jedem ihrer Theilchen, mit einem andern Bestandtheile verbunden enthält, welcher die Salpetersäure von den andern Substanzen ihrer Klasse unterscheidet. So daß (wenn man die noch unbekannten Bestandtheile bey Seite setzt) es hinreichen würde, dieser Luft die Salpetersäure zu entziehen, daß sie sich in einen wässrigen Dunst mit einem Ueberschuß an Feuer verwandelte. Denn, außer der Basis der dephlogistisirten Luft, welche einen Theil des Wassers ausmacht, und den die obigen Prozesse der atmosphärischen Luft entziehen, enthält diese letzte Luft noch die Basis (oder einen Theil der Basis) der inflammablen Luft, welche der andre Bestandtheil des Wassers ist. Ich verstehe unter dieser Basis das Phlogi-

ston,

ston, das nach Herrn Cavendish in der phlogistischen Luft enthalten ist. Denn durch Verbindung dieser Substanz mit der Basis der dephlogistisirten Luft, und mit dem besondern Bestandtheile der Salpetersäure, erscheint diese Säure in flüssiger Gestalt: und unter dieser Gestalt bringt sie in der Lauge dieselbe Wirkung hervor, als wenn man gemeine Salpetersäure hinzugegossen hätte.

§. 740.

Die Säuren sind in der Natur ein großes Geheimniß geworden, seitdem man angefangen hat, hier etwas distinktes zu entdecken; und wir verdanken Herrn Lavoisier den Schritt in der Untersuchung ihres Wesens, durch seine Theorie über dasjenige, was er Acidifikation nennt. Vielleicht aber besteht die von Herrn Lavoisier also bezeichnete Operation nur in dem, den Säuren dadurch gegebenen Vermögen ihre Wirkungen hervorzubringen, wenn man sie flüssig macht. Die Verwandschaften dieser Substanzen äußern sich vermuthlich durch gewisse besondre Seiten. Damit sie dieser Gattung eines Hanges gehorchen können, müssen sie eine große Freiheit genießen; welches nur bey flüssigen Körpern oder discreten Flüssigkeiten geschehen kann. Ich würde daher glauben, daß dies der Grund von dem sey, was Herr Lavoisier entdeckt hat; daß sich niemals eine Säure zeige, ohne daß der merklich schwere Theil der dephlogistisirten Luft (nämlich ihre Basis) mit ihr verbunden sey. Dies ist aber nicht hinreichend, damit die Säure verdünnt werde; sie muß ferner noch die Basis der inflammablen Luft enthalten, welche mit der erstern Wasser bilden wird. Die unter flüssiger Gestalt wirksamen Säuren sind also Wasser, das besondre Theilchen enthält, welche der bekannten Wirkungen

gen fähig sind. Und da Herr Lavoisier uns ferner gezeigt, daß die Klasse der Säuren weit zahlreicher sey als man glaubte; so folgt daraus, daß eine Menge Substanzen, deren Daseyn sehr gewiß ist, uns in ihrer einfachen Gestalt unbekannt sind; und daß, wenn sie allein existiren, sie von dem Anschein einer Säure so sehr entfernt seyn können, als die Basis der dephlogistisirten und inflammablen Luft, getrennt genommen, von dem Anscheine des Wassers.

§. 741.

Hier ist also, wiederhole ich, eine große Dunkelheit, welche ein erster Grad von Licht offenbart. Wir nannten Salpetersäure eine Flüssigkeit, wovon die wirkliche Salpetersäure nur ein vielleicht sehr kleiner Theil ist, und die uns an sich selbst durchaus unbekannt bleibt. So daß wir keinen Grund hätten jetzt zu erstaunen, wenn wir diesen Bestandtheil (so wie diejenigen, welche die andern besondren Säuren ausmachen) unter einer durchaus unerwarteten Gestalt entdeckten. Daher ist es bis jetzt erlaubt, diesen unbekannten Bestandtheil unter jeder Form und in jeder Substanz zu suchen, welche durch ihre Phänomene den geringsten Grad von Wahrscheinlichkeit dazu entstehen ließe. Wenn man auf der andern Seite, von der (nach der Theorie des Herrn Cavendish) vorgetragenen Analyse der Bestandtheile der atmosphärischen Luft ausgeht; so möchte es scheinen, daß eine von den nothwendigen Bedingungen zur Umwandlung dieser Luft in wässrige Dünste, das Entziehen der eigenthümlichen Substanz der Salpetersäure sey: und umgekehrt, daß das Hinzuthun dieser Substanz zu den wässerigen Dünsten, eine nothwendige Bedingung zur Umwandlung derselben in atmosphärische Luft seyn könne.

§. 742.

D. Priestley endigte den achten Abschnitt seines ersten Werks über verschiedene Luftgattungen mit folgenden merkwürdigen Ausdrücken: „Ich kenne keine Untersuchung (sagte er) welche mehr verspräche, als die über alles, was die Eigenschaften des Salpeters, der Salpetersäure und Salpeterluft betrift. Eines von den merkwürdigsten Phänomenen der Natur muß damit verbunden, und der Gegenstand scheint für uns faßlich zu seyn.“ Diese Ankündigung ist ihrer Erfüllung sehr nahe, wenn die besondre Substanz der Salpeterluft in der atmosphärischen enthalten ist, und durch sie vorzüglich diese Luft sich von den wässrigen Dünsten unterscheidet. Denn die abwechselnden Verwandlungen dieser beyden Flüssigkeiten sind in diesem Falle, eines der wichtigsten Natur-Phänomene auf unsrer Erde. Die freywillige Bildung des Salpeters in dem Schutte und gewissen Erden, wird also ein Gegenstand des Studiums sowohl für die Meteorologie als Oekonomie, und zum Besten der Landleute, deren Hütten man zu seiner Verfertigung zerstörte. Denn durch die Entdeckung des Herrn Cavendish sind wir auf die alte Meinung von luftförmiger Säure zurückgeführt: d. h. es scheint, daß durch eine gewisse Zersetzung der atmosphärischen Luft sie Salpetersäure giebt, welche, mit irgend einer alkalischen Substanz und Wasser verbunden, Salpeter bildet. Nun ist es nicht unmöglich, daß man eine wirksamere Methode zu dieser Verbindung entdeckte, als der Gebrauch von Gyps oder erdigten Mauern ist, welche zur Wohnung für Menschen und Thiere dienen. Auch kann man die letzten Versuche des D. Priestley nicht lesen, ohne hier Beweise für die Richtigkeit seiner Bemerkung zu finden; durch die Verhältnisse der Salpeterluft bald mit der phlogistischen, bald mit der de-

phlo-

phlogistisirten, und hernach mit der atmosphärischen Luft selbst, nach den Modifikationen die sie durch andre Substanzen erleidet. Endlich findet man hier auch, auf einem verschiedenen Wege, die Bestätigung der Theorie des Herrn Cavendish über die Natur der phlogistischen Luft; wie D. Priestley bemerken läßt. Ich glaube also mit ihm, daß wir, von einer fortgesetzten Bearbeitung dieser Klasse von Versuchen, noch viel zu erwarten haben; vorzüglich wenn man die Sonnenstrahlen d. h. das Licht in großer Intensität dazwischen kommen läßt. Ich habe schon in der zweyten Abtheilung dieses Werks zu bemerken Gelegenheit gehabt, in wie vieler Rücksicht die Funktionen des Lichts für unsre Erde wichtig sind; und ich will jetzt die Gründe aus einander setzen, weswegen ich glaube, daß es bey den betrachteten Phänomenen mit im Spiele sey.

Sechstes Kapitel.

Meteorologische Betrachtungen des Lichts.

Erster Abschnitt.

Zusammenhang in dem Gange des Lichts und dem der wässerigen Dünste in der Luft.

§. 743.

Die Untersuchung, welche Herr von Saussure unternommen hat, über die correspondirenden Veränderungen des Thermometers und Hygrometers, in einer Luft wo die Menge des blos ausgedünsteten Wassers sich nicht ändert, war für die Meteorologie und Hygrologie gleich wesentlich. Ich nehme mir vor, in einem andern Werke seine Versuche in Rücksicht dieser Untersuchung zu zergliedern, um alle Schwierigkeiten dabey zu zeigen; wovon eine der vorzüglichsten allen, über ausdehnbare Flüssigkeiten in verschlossenen Gefäßen angestellten Versuchen gemein ist, und von dem Einflusse der Seiten dieser Gefäße herrührt. Ich besorgte vorzüglich diesen Einfluß bey den wässrigen Dünsten; wegen der Leichtigkeit mit der das Wasser sich an alle Körper anhängt, und ich habe schon oben (§. 634) eine Folge, die mir daraus in den Versuchen des Herrn von Saussure zu entspringen scheint, angezeigt. Ich hatte mich also auf die freye Luft gewendet, um hier die bloße Wirkung der Wärme auf die Feuchtheit zu bestimmen, und ich nahm mir vor dies zu thun, indem ich das Mittel aus vielen Beobachtungen zog, die zu einer Zeit angestellt waren, wo mehrere Tage nach einander das Hygrometer und Thermometer sich an denselben Tageszeiten fast in denselben

Stellen

Stellen befanden. Auf diese Art hatte ich die Wirkung der Wärme auf die Dichtigkeit der freyen Luft gesucht, indem ich fürchtete sie durch Versuche, die in verschlossenen Gefäßen angestellt waren, nicht genau genug bestimmen zu können, und die weitern Betrachtungen worinn ich mich hiebey einlassen werde, wenn ich die Abhandlung des Herrn Trembley über die Messung der Höhen durchs Barometer prüfe, werden beweisen, daß meine Furcht nicht ohne Grund war.

§. 744.

Ich fieng in den Jahren 1780 und 1781, diese Beobachtungen über die der Wärme in freyer Luft correspondirenden Veränderungen der Feuchtheit an: und seit einiger Zeit schien es mir, ohngeachtet der Veränderungen in den Verhältnissen zwischen dem Hygrometer und Thermometer zu denselben Tageszeiten, wovon ich die Ursachen nicht einsahe, daß, wenn man diese Beobachtungen stark vermehrte, sie mich zu meinem Zwecke führen würden. Indem ich aber, die an den verschiedenen Theilen derselben Tage gemachten Beobachtungen unter sich verglich; so fand ich hier Verschiedenheiten in dem Verhältnisse zwischen den Gängen der beyden Werkzeuge, welche mich diesen Weg aufgeben ließen, weil er zu viele für diejenige, deren Wirkungen ich suchte, fremde Ursachen in sich schloß. Wenn das Hygrometer des Nachts bey der äußersten Feuchtheit stand, und die Sonne bey schönem Wetter aufgieng, so war die, vom Hygrometer angezeigte Vermindrung der Feuchtheit, einige Zeit weit größer, in Vergleichung mit dem Gange des Thermometers als sie in der Mitte des Tages wurde; hernach wurde ihr Zunehmen schleuniger gegen Sonnenuntergang (immer mit dem Gange des Ther-

mometers verglichen) als es einige Stunden zuvor gewesen war.

§. 745.

Ich betrachtete diese Ungleichheiten (die mit vielen andern verwickelt waren) damals nur als Hindernisse zu meinem Zwecke zu gelangen: und durch andre Gegenstände fortgerissen, vorzüglich durch die öfteren Veränderungen mit meinem Hygrometer, dachte ich nicht weiter an diese Versuche, bis man Wasser in Luftgestalt entdeckte; da sich dann meine Ideen auf die Mittel, diese Entdeckung zum Nutzen der Meteorologie anzuwenden, richteten. Damals ward ich, durch das Phänomen der habituellen Trockenheit der obern Schichten der Luft so lange sie heiter bleibt, geleitet und durch die Betrachtung, daß dieser Zustand nicht Statt haben könne, wenn die Dünste, welche unaufhörlich in der Basis der Atmosphäre erzeugt werden, alle fortführen, auf das Hygrometer zu wirken; und meine Bemerkungen über die correspondirenden Gänge dieses Werkzeugs und des Thermometers in freyer Luft, verbanden sich mit dieser Idee, und ich sahe in diesem letzten Phänomen nur eine andre Gestalt des ersten. Denn weil alle Dünste, die sich in die Luft erheben, sich nicht in den obern Schichten der Atmosphäre wieder finden; so müssen wohl diejenigen, welche uns also entweichen, ihre Gestalt verändert haben. Alle Tageszeiten nun, d. h. die Gegenwart und Abwesenheit des Lichts, könnten gar wohl nicht auf gleiche Art dieser Verändrung günstig seyn. Nach dieser Folge von Thatsachen und Ideen also (die ohne Zweifel noch sehr schwankend sind) kam ich endlich auf den Gedanken, daß durch die Sonnenstrahlen die Verwandlung der wässrigen Dünste in atmosphärische Luft, bewirkt, oder vielleicht nur vorbereitet wird.

Hie-

Hiemit will ich jetzt einige Betrachtungen verbinden, welche mir zu der Wahrscheinlichkeit dieser Idee beyzutragen scheinen.

§. 746.

Wenn das Licht ein Bestandtheil des Feuers ist (woran ich bis jetzt noch keinen Grund zu zweifeln finde); wenn die luftförmigen Flüssigkeiten mehr latentes Feuer haben als die wässerigen Dünste, (welches wir sehr wahrscheinlich scheint); wenn das Licht durch Verbindung mit einer besondern Substanz Feuer hervorbringt, (welches aus den Eigenschaften des letzten fliest, weswegen ich es in die Klasse der Dünste gesetzt habe): so werden die Funktionen der Sonnenstrahlen in der Atmosphäre und insbesondre die Wärme die sie hier hervorbringen, sehr wichtige Gegenstände für die Meteorologie. Denn alle große Phänomene derselben, die in einerley Grade dunkel sind, hängen vermuthlich durch ein unbekanntes Band mit einander zusammen. Das Licht aber scheint an diesem Bande großen Antheil zu haben; wäre es auch nur aus der einzigen Betrachtung, daß die Substanz, welche mit ihm Feuer erzeugt, sich in der Atmosphäre in Verbindung mit einer andern atmosphärischen Flüssigkeit befinden muß, und diese Verbindung nicht aufhören kann, daß nicht daraus andre wichtige Veränderungen entsprängen. Es ist also nothwendig diesen ersten Punkt soviel als möglich aufzuklären, nämlich: ob die Sonnenstrahlen wirklich nur in der Atmosphäre Wärme erzeugen, indem sie sich hier mit einer andern Substanz verbinden. Und da Herr von Saussure meine Theorie hierüber, welche schon in meinem Werke über die Geologie vorgetragen war, bestritten hat; so will ich diese Materie wieder vornehmen, um auf seine Einwürfe zu antworten.

Zweyter Abschnitt.

Von den Verhältnissen des Lichts zur Wärme in der Atmosphäre.

§. 747.

Ich hatte im 5ten Bande meines Werks über die Geschichte der Erde ꝛc. Gelegenheit, die gewöhnliche Meinung über die verschiedenen Grade der Wärme zu prüfen, welche auf den Planeten herrschen, welche Grade man im umgekehrten Verhältnisse mit den Quadraten der Abstände der Planeten von der Sonne annimmt. Diese Meinung fliest aus der, daß die Sonnenstrahlen an sich selbst warm machend seyen: dieses gab mir Anlaß dort die Gründe meiner Idee vorzutragen, daß die Hellheit und Wärme unmittelbare sehr unterschiedene Ursachen haban. Unter andern Gründen für diese Meinung hatte ich die geringe Wärme angezeigt, welche in den hohen Gegenden der Atmosphäre herrscht; ob sie gleich, noch mehr als die untern, von den Sonnenstrahlen durchstrichen werden. Bey dieser Gelegenheit hat Herr von Saussure mein System bestritten im 2ten Bande seiner Alpenreisen: und da dieser nach dem Abdruck des ersten Bandes von diesem Werke erschien; so zeigte ich im Anhange an, daß ich diesen Gegenstand wieder vornehmen würde, um auf seine Einwürfe zu antworten. Dies will ich also jetzt thun, nachdem ich einige Bemerkungen über mein erstes System die von den bestrittenen Gegenständen unabhängig sind, werde gemacht haben.

§. 748.

Das Werk über die Geologie, wovon ich so eben sprach, hat mich in dem Laufe meiner Untersuchungen

über

über die Meteorologie sehr aufgehalten; sowohl wegen seiner Abfassung und seines Drucks, als auch wegen der Reisen, die einen seiner Gegenstände ausmachten. Denn in dieser ganzen Zeit stand ich mit der Meteorologie nur durch die Hygrometrie in Verbindung, mit der ich mich zu beschäftigen fortfuhr, weil sie nur wenig Nachdenken erforderte. Nach der Herausgabe dieses Werks aber kehrte ich zu meinen meteorologischen Theorieen zurück: und indem ich nun besser das Ganze der Phänomene der wässrigten Dünste umfaßte; so fieng ich an deutlicher zu begreifen, daß alle atmosphärischen Flüssigkeiten zusammengesetzte Körper, und ihre Zusammensetzungen und Zersetzungen die Quelle einiger großen Phänomene seyn könnten. Um diese Zeit hatte ich das Glück zu Paris mit Herrn Volta bekannt zu werden; und diese aufkeimende Ideen waren es, die mich so aufmerksam auf seine Theorie über die elektrischen Einflüsse machten, wegen der auffallenden Verhältnisse, die ich hier mit den Phänomenen der wässrigen Dünste fand. (Man lese hiebey die Abhandl. über die Wärme von den Herrn Skopoli und Volta. Auswahl aus d. n. Entdeck. in d. Chemie III. S. 428.)

§. 749.

Die elektrischen Versuche, die ich nach meiner Zurückkunft von Paris anstellte, brachten mich auf das System was ich über die Natur des elektrischen Fluidums vorgetragen habe, und ich änderte darauf meine Meinung über die Art, wie die Sonnenstrahlen eine Ursache der Wärme werden könnten. Ich hatte zwar in meinem Werke über die Geologie (Th. V. S. 578.) denselben allgemeinen Satz vorgetragen, den ich jetzt vertheidigen will, nämlich: „daß in den Substanzen, welche die Sonnenstrahlen erwärmen, etwas vorhanden

sey, das mit diesen Strahlen in Verbindung wirkt, um hier Wärme hervorzubringen:“ indem ich aber darauf diese Ideen bestimmte, hatte ich hinzu gesetzt, daß das Feuer-Fluidum selbst, die, durch die Sonenstrahlen entbundene und in Thätigkeit gesetzte Substanz sey. Ueber diesen Theil meiner vorigen Ideen habe ich meine Meinung geändert, wie man im 1sten Bande gesehen hat. Die Sonnenstrahlen tragen zur Vermehrung der Wärme viel bey, indem sie dem schon gebildeten Feuer mehr ausdehnende Kraft geben; sie bilden es aber auch selbst, indem sie sich mit einer andern Substanz verbinden.

§. 750.

Ich habe hier diese erste Bemerkung gemacht; weil nicht sowohl eigentlich auf die Art, wie ich glaube, daß die Sonnenstrahlen Wärme erzeugen, die Einwürfe des Herrn von Sauſſure gerichtet sind. Folgende Theile meines Systems bestreitet er. 1. Einige Ideen die ich über den Zustand des Feuers in der Atmosphäre geäussert hatte. 2. Die Idee, daß die Sonnenstrahlen nicht durch sich selbst eine Ursache der Wärme sind. 3. Die Meinung, daß diesem vorzüglich die geringe Wärme der obern Schichten der Atmosphäre in Vergleichung mit den untern, müsse zugeschrieben werden. Ich will diese drey Gegenstände besonders abhandeln.

Dritter Abſchnitt.

Von dem Zuſtande des Feuers in der Atmoſphäre *).

§. 751.

Seitdem ich das Feuer als ſich zuſammenſetzend und zerſetzend betrachte, ſcheint mir ſein Zuſtand in der Atmoſphäre, auch wenn es frey iſt, ſehr ſchwer zu beſtimmen. Dies werde ich zu zeigen Gelegenheit haben, wenn ich auf die Einwürfe des Herrn von Sauſſure gegen das was ich darüber in meinem geologiſchen Werke geſagt hatte, antworte. Der allgemeine Gegenſtand der Modifikationen der ausdehnbaren Flüſſigkeiten iſt ſo neu und in vielem Betracht noch ſo dunkel, daß man, über das Tappen aller derer die ſie behandeln, ſich nicht wundern muß.

§. 752.

Herr von Sauſſure führt zuerſt einige Stellen des Herrn Lambert über das Phänomen der geringen Wärme in den obern Schichten der Atmoſphäre an; welcher ſich in einer alſo ausdrükt: „Nun wollen wir jetzt ſehen, auf welche Weiſe man das Geſetz wird begreifen können, nach welchem die Wärme ſteigt. Hier weiß ich keinen andern Grund, als daß das Feuer ſpecifiſch leichter iſt, als die Luft. Folglich müſſen die Feuertheilchen mit einer beſchleunigten Geſchwindigkeit ſteigen; indem ihre anfängliche Geſchwindigkeit diejenige iſt, mit der ſie ſich durch ihre eigne Elaſticität fortſchleudern. Dieſe letztre iſt ſehr ſchwer zu beſtimmen. In der Luft

*) Du feu & de quelques-uns de ſes principaux effets, par Mr. *Regnier*. Lauſanne 1787.

Luft inzwischen, nehme ich sie ohne Bedenken der Dichtigkeit der Luft proportional an. Es ist möglich, daß die Luft, unterdessen sie die Feuertheilchen durch ihren Druck steigen läßt, auf der andern Seite ihrer Geschwindigkeit einige Hindernisse in den Weg legt. Denn es ist gewiß, daß die Wärme im Wasser unvergleichbar langsamer steigt, als in der Luft; obgleich in dem Wasser die specifische Leichtigkeit der Feuertheile mehrere hundertmale größer ist, und sie also hier weit schneller steigen könnten. Es muß also die Dichtigkeit des Wassers hier in weit größerm Verhältniß ein Hinderniß in den Weg legen, weil die Feuertheile, obgleich von mehrerer Kraft angetrieben, hier weit langsamer steigen, als in der Luft, wo die beschleunigende Kraft weit geringer ist. Es muß daher die Luft sich nur wenig ihrer Geschwindigkeit widersetzen. Die anfängliche Geschwindigkeit mit der sie sich fortschleudern, muß sehr groß seyn; und wenn die Luft sich hier stark widersetzte; so würde diese Geschwindigkeit statt im Steigen zuzunehmen, sich immer vermindern. Diese Theilchen wären also dichter auf der Oberfläche der Erde, als sie auf der Oberfläche des Meers sind. Da nun die Dichtigkeit dieser Theilchen das Maaß der Wärme ist, so wären die obern Theile der Luft erwärmter als die untern, welches gänzlich gegen die Erfahrung ist. Ich will also bloß annehmen, daß die beschleunigende Kraft in gleichem Verhältnisse mit der Dichtigkeit abnimmt.“ (Mem. de l'acad. roy. de Berlin 1772. p. 114.) Herr Lambert leitet aus diesen Hypothesen das Gesetz her, nach welchem die Wärme, in dem Maaße wie man sich in die Atmosphäre erhebt, abnehmen muß. Darauf wendet er dies Gesetz auf die Beobachtungen der Wärme an, welche die Akademiker von Paris, am Fuße und auf dem Gipfel der Cordelieren angestellt haben.

§. 753.

§. 753.

In Rücksicht des Umstandes, worauf es hier vorzüglich ankömmt, nämlich des Verhältnisses der Wärme mit den Sonnenstrahlen, führt Herr von Saussure eine andre Stelle aus der Pyrometrie des Herrn Lambert an, wo er sagt: „Die Wärme steigt unaufhörlich in die Luft. Denn die Wärme, welche die Erde von der Sonne das ganze Jahr hindurch empfängt, erhebt und verbreitet sich in die Luft; weil die Erde immer der Sonnenwärme bedarf, um nicht beständig kalt zu werden. So lange also das Aufsteigen der Wärme von ihrer größern Leichtigkeit abhängt, wird ihre Geschwindigkeit im Aufsteigen beständig größer. Daher die Feuertheilchen, welche im Steigen auf einander folgen, sich immer mehr von einander entfernen; so wie etwa, wenn man von Zehntheilen zu Zehntheilen einer Sekunde, eine Kugel fallen ließe, ihre Entfernungen wie die Zahlen 1, 3, 5, 7, u. s. w. wachsen würden. Daher kömmt es, daß die Dichtigkeit der Feuertheilchen und folglich auch die Wärme, in den obern Gegenden der Luft abnimmt.“

§. 754.

Ich will mich zuerst einen Augenblick bey diesen Ideen des Herrn Lambert aufhalten, um zu bemerken, daß dies nur die Auflösung eines geometrischen Problems sey, ohne andern physischen Grund, als den Hypothesen haben. Er hatte die Beobachtungen der Wärme auf den Gebürgen von Peru vor Augen, und man sieht, aus der Natur des aus seiner Arbeit gezogenen Gesetzes, daß er sich dies mathematische Problem vorgesetzt hatte. „Wenn die beobachtete Wärme am Ufer des Meers zu Peru + 29° Reaum. und die in einer Höhe von 2520 Toisen — 5 ½° ist; eine Formel zu finden, in welcher,

wenn

wenn man, von einer gewissen anfänglichen Geschwindigkeit der Feuertheilchen; von einem gewissen Gesetze in dem Widerstande der Luft nach ihren Graden der Dichtigkeit; und von einer gewissen beschleunigenden Kraft der Luft durch einen gewissen Unterschied in der specifischen Schwere zwischen diesem Fluidum und dem Feuer, ausgeht: die Dichtigkeiten des Feuers am Ufer des Meers und in einer Höhe von 2520 Toisen in dem Verhältnisse der beyden beobachteten Wärmen wären.“ Hierauf allein, dünkt mich, die Untersuchung des Herrn Lambert sich einzuschränken: denn sonst finde ich dazu in der Physik keinen Grund; wie ich beweisen will.

§. 755.

Erstlich nun setzt eine solche Formel voraus, daß das Verhältniß der Grade der Wärme in verschiedenen Höhen der Atmosphäre immer dasselbe bleibe (denn ohne dies wäre ein Beyspiel nichts). Die Erfahrung sagt dies aber nicht, wie Herr von Sauſſüre gezeigt hat. Ferner hat eine anfängliche Geschwindigkeit des Feuers, das von der Erde aus sich in die Höhe bewegt, kein Verhältniß mit den Eigenschaften ausdehnbarer Flüssigkeiten, die, wenn sie sich von den Substanzen entbinden, sich nach aller Richtung bewegen. Man würde vielleicht sagen, daß die Bewegung der Feuertheilchen, die sich von der Erde entwickeln, zerlegt, und auf eine gewisse mittlere Geschwindigkeit von unten nach oben reducirt werden kann. Aber nach der Hypothese muß ein gewisses Verhältniß zwischen der anfänglichen Geschwindigkeit in diesem Sinne und dem Widerstande der Luft seyn, damit daraus die Zunahme dieser Geschwindigkeit nach einem gewissen Gesetze erfolge; alle Theilchen nun, in deren Bewegung die horizontale Richtung ein merkliches Element ausmachte, würden, durch den Wi-

der-

derstand der Luft einen großen Theil dieser Bewegung verlieren, und in dem Fall, wovon Herr Lambert redet, eintreten; wo ihre Geschwindigkeit, statt im Steigen zuzunehmen, abnähme: wodurch die obern Theile der Luft erwärmter als die untern seyn würde. Was die andern physischen Einwürfe betrift, die ich gegen die Theorie, woraus diese Formel des Herrn Lambert fliest, anführen könnte; so übergehe ich sie hier, da sie ein großes Verhältniß mit dem Streit zwischen Herrn von Saussure und mir über die Natur der Sonnenstrahlen haben, um auf die Bemerkungen dieses letzten zu kommen.

§. 756.

„Herr de Lüc (sagt er §. 924) glaubt gleichfalls, daß das Feuer-Fluidum in den höhern Gegenden der Luft verdünnter sey; aber aus einer sehr verschiedenen Ursache. Der große Geometer von Berlin hat geglaubt, daß das Feuer, oben in der Atmosphäre sich durch die Wirkung der Schwere der Luft verdünnte: Herr de Luc glaubt, daß es sich unten durch seine eigne Schwere verdicke. Herr Lambert betrachtet das Feuer als ein in Bewegung seyendes diskretes Fluidum, das sich durch Beschleunigung seiner Geschwindigkeit verdünnt; und Herr de Lüc vergleicht es mit einem stetigen Fluidum, dessen Theile sich verdicken, indem sie sich gegenseitig zusammendrücken.“ Herr von Saussure hat mich nicht verstanden; daher will ich hier meine Idee, über die Natur der ausdehnbaren Flüssigkeiten, unter welche ich das Feuer gesetzt habe, wiederholen. Ich betrachte diese Flüssigkeiten auf dieselbe allgemeine Weise wie Herr Lambert d. h. als discrete Flüssigkeiten, deren Theilchen in Bewegung sind; und wir weichen in diesem Betracht, nur über die Richtung ihrer Bewe-

gun-

gungen, von einander ab. Hätte ich mit ihm angenommen, daß die Feuertheilchen sich bloß von unten nach oben bewegen; so würde ich mir nicht vorgestellt haben, daß sie auf einander durch Wirkung der Schwere *), einen Druck in entgegengesetztem Sinne ausüben könnten. Ich habe aber ihre Bewegung nach der, den Herrn D. Bernoulli und le Sage gemeinschaftlichen Idee betrachtet; d. h. daß sie nach jeder Richtung Statt habe, in jedem merklichen Haufen von Theilchen. Nach dieser Theorie ist deutlich, daß, wenn die Kraft der Schwere ein merkliches Verhältniß mit der Kraft der Ursache der Bewegung der Theilchen hat (wie ich in Rücksicht des Feuers angenommen) die Theilchen die sich von oben nach unten bewegen, indem sie an diejenigen, die sich in entgegengesetztem Sinne bewegen, mit einem Ueberschuß an Kraft, die doppelt so groß ist, als welche ihnen die Schwere giebt, anstoßen, merklich diese letztern rückgängig machen müssen. Durch diesen Mechanismus (und nicht durch einen stetigen Druck, den man bey ausdehnbaren Flüssigkeiten nicht begreift) legte ich dem Feuer dieselbe Kraft an sich selbst in der Atmosphäre bey, welche die Luft hier aus derselben Ursache ausübt. Wenn also das Feuer, das einzige ausdehnbare Fluidum wäre, was unsre Atmosphäre bildete; und man ferner annimmt, daß die Wirkung der Schwere hinreiche, es unserm Erdballe zu erhalten; so ist kein Zweifel, daß seine Dichtigkeit von oben nach unten zunehme.

§. 757.

Was die Veränderungen betrift, welche die Luft in dieser unmittelbaren Modifikation des freyen Feuers her-

*) Bergmanns Vorschlag die Schwere des Feuers zu erforschen. S. chem. Ann. 1784. I. 95.

hervorbringen könnte, so war ich von den Phänomenen ausgegangen, welche uns zeigen, daß das Feuer, bey seiner Bewegung in der Luft, Widerstand erleidet. Unter andern ist seinen Bemühungen, diesen Widerstand zu überwinden, die Ausdehnung der Luft durch die Wärme zuzuschreiben, und wir sehen auch, daß das Erkalten der Körper (wie die Verdünstung, welche mit der Bewegung der Feuertheilchen verbunden ist) schneller geschieht in dünner als in dichter Luft, weil das Feuer hier weniger Widerstand findet, sich zu bewegen. Hieraus schloß ich auch, daß bey übrigens gleichen Umständen, das Feuer sich in den obern Schichten der Atmosphäre mehr als in den untern verdünnen müsse.

§. 758.

So war also meine Theorie beschaffen, worüber ich mich bey ihrer ersten Darstellung hinlänglich erklärt zu haben glaubte; ohne Zweifel war aber diese Darstellung nicht deutlich genug, weil Herr von Saussure mich nicht verstanden hat. Was diese Theorie selbst betrift; so ist sie, nach dem System über das Feuer was ich seitdem angenommen habe, vielen Modifikationen unterworfen; so wie sie auch vielen Schwierigkeiten ausgesetzt war, wegen der Verändrungen, welche die Wärme in der Atmosphäre leidet, deren Ursachen uns noch unbekannt sind. Mein System über das Feuer löst diese Schwierigkeiten nicht auf; öfnet aber zum wenigsten einen Weg zu ihrer Auflösung. Denn wenn das Feuer in die Klasse der Dünste gehört, wie ich nach seinen Phänomenen geschlossen habe; so ist es, wie die andern ausdehnbaren Flüssigkeiten dieser Klasse, wegen der verschiedenen Affinitäten seiner Bestandtheile, nämlich des Lichts und der in ihrem einfachen Zustande unbekannten Substanz, die ich Feuermaterie genannt habe, beständigen Zersetzun-

gen und Zusammensetzungen unterworfen. Dadurch entstehen in der Atmosphäre Zu- und Abnahme der Wärme, welche häufige Ausnahmen von dem natürlichen Laufe der allgemeinen Ursachen veranlassen, deren besondre Ursachen wir nur entdecken werden, wenn das große Laboratorium der Luft uns besser als jetzt bekannt seyn wird.

§. 759.

Ich habe im 1sten Theile von diesen Modifikationen des Feuers umständlicher gehandelt; auf eine besondre aber muß ich hier zurückkommen, weil Herr Watt mich bemerken ließ, daß ich mich darüber nicht hinreichend erkläret hätte. Nachdem er diesen Theil meines Werks gelesen, schreibt er mir folgendes: „Ihre Theorie über die aus dem Lichte gezogene Ursache der Wärme gefällt mir, und ich finde sie sehr wahrscheinlich; ich glaube aber nicht, daß Sie sich genau genug ausgedrückt haben, wenn Sie sagen, daß das Maximum des Feuers, das Glüen sey. Alsdann fängt das Feuer ohne Zweifel an, sich zu zersetzen; verhielte es sich aber mit diesem Punkte, wie z. B. mit dem Schmelzen des Eises, so könnte es keine Zunahme erfahren: anstatt daß es, bis zu uns noch unbekannten Gränzen zunimmt, wenn man nur verhältnißmäßig die Quelle, die es hergiebt, vergrößern kann. Selbst das Weißglüen ist keine Gränze. Bey den Graden desselben, welche dem Auge gleich zu seyn scheinen, sind die Grade der Wärme sehr verschieden: wie aus den Versuchen des Herrn Wedgewood über das Schmelzen des Eisens und andrer Körper sich ergiebt. Ich will aber aus diesen Versuchen nichts anders schließen, als daß Sie den Theil Ihrer Theorie, der das Maximum des Feuers betrift, nicht vorsichtig genug ausgedrückt haben.“ Diese Bemerkung des Herrn

Watt

Watt ist sehr gegründet; daher will ich hier meiner Theorie einige Entwicklungen beyfügen, die ihr bey der ersten Darstellung fehlten, und womit er zufrieden war.

§. 760.

In dem Falle des Glüens (das ich unbestimmt als das Maximum in der Dichtigkeit des Feuers angezeigt hatte) kann, wenn die Quelle des freyen Feuers dieses in größerm Ueberflusse hervorbringt, als zu diesem ersten Grade des Maximums nöthig ist, seine Dichtigkeit zunehmen; sogar bis über den Punkt hinaus, wo seine Zersetzung groß genug ist, um eine sehr lebhafte Hellheit hervorzubringen. Denn diese Zersetzung betrift nur die Theilchen, welche einander zunahe kommen. Wenn sie nun nicht so schnell ist, als der Zutritt von neuem Feuer, so muß die Menge von Theilchen in demselben Raume zunehmen, bis zu einem andern Maximum, wo die beyden Ursachen einander aufheben. Ich führte Herrn Watt zum Beyspiele ähnliche Modifikationen, in einem ihm wohlbekannten Fluidum von derselben Klasse, an; nämlich die Dämpfe des siedenden Wassers. Diese Dämpfe haben ein sehr bestimmtes Maximum, so lange die Quelle nicht mehrere hergiebt, als zu dessen Hervorbringung nothwendig ist. Wenn aber durch irgend eine Ursache sehr schnell neue in denselben Raum treten; so nimmt der Druck, den sie hier ausüben zu, weil die Zerstörung der beständig überflüssigen Theilchen nicht augenblicklich ist.

§. 761.

Diese Ursache der Zunahme in der Dichtigkeit der Dämpfe des siedenden Wassers, welche daher rührt, daß die durch eine Art von Zusammenpressen erzeugte Zerstörung, nicht so schnell ist als der Zutritt neuer

Dämpfe, ist von einer andern Ursache der Zunahme in der ausdehnenden Kraft der Dämpfe unterschieden, welche in demselben Falle Statt findet, nämlich: einer größern Wärme die durch das Feuer der zersetzten Dämpfe, ehe es die Seiten des Raums durchdrungen hat, erzeugt ist. Eine jener analoge Ursache muß auch dazu beytragen, die Kraft des Feuers in den Oefen zu vermehren, und hier noch andre Wirkungen unabhängig von der Wärme hervorzubringen. Denn das befreyete Licht, das innwendig im Ofen von Fläche nach Fläche reflektirt wird, verbleibt hier eine merkliche Zeit: so lange es hier also frey bleibt, trägt es dazu bey, den vorhandenen Feuertheilchen mehr ausdehnende Kraft zu geben: und wenn es aufhört frey zu seyn, so geschieht dies nicht, weil es zerstört sey, sondern wahrscheinlich weil es neue Verbindungen, deren Wirkungen wir nicht kennen, eingegangen ist.

§. 762.

Es findet sich noch eine andre Analogie zwischen den Dämpfen des siedenden Wassers in dem Maximum des Feuers: nämlich daß, so wie die erstern, aus dem Raume den sie einnehmen, die Luft ausschließen, indem sie dem Druck der Atmosphäre allein widerstehen; das zu dem höchsten Grade seiner Kraft gebrachte Feuer, die Luft fast gänzlich ausschliest: alsdann also erträgt es fast auch allein den Druck der Atmosphäre. Wegen dieser Betrachtung hatte ich gesagt, daß die Oefen in den Thälern größre Wirkung als auf den Gebirgen hervorbringen müssen. Denn sobald das Feuer in den erstern fähig ist, einer dichtern Luft zu widerstehen, so muß es auch selbst dichter seyn; und diese größre Dichtigkeit rührt bey ihm hier (bey übrigens gleichen Umstän-

ständen) daher, daß es mehrere Schwierigkeiten findet, sich in einer dichtern Luft zu zerstreuen.

§. 763.

In allen diesen Modifikationen des Feuers, wobey man schwerlich genau seyn kann, betrachte ich es allgemein als ein unabhängiges Fluidum, so lange es nicht mit andern Substanzen in chemische Verbindung tritt. Es erleidet ohne Zweifel viele Hinderniße bey seinen Bewegungen, aber von einem Stoße zum andern bleibt es frey. Indem es also gegen die Theilchen der andern Körper anstößt, verliehrt es mehr oder weniger von seiner Bewegung; nimmt sie aber bald wieder aus derselben Ursache an, die ihm dieselbe ohne Aufhören so wie allen andern ausdehnbaren Flüssigkeiten mittheilt. Dadurch habe ich im 1ten Theile die Ausdehnung erklärt, welche es bey andern Substanzen hervorbringt, und die verschiedenen Kapacitäten derselben es zu enthalten. Herr Lambert gab auch die Unabhängigkeit der Feuertheilchen zu; weil er voraussetzte, daß sie unaufhörlich in die Atmosphäre aufstiegen, sowohl durch eine anfängliche Geschwindigkeit, als durch ihre specifische Leichtigkeit in Vergleichung mit der Luft. Herr von Sauſſure aber bestreitet diese Meinung: „Was mich betrift (sagt er §. 925) so gestehe ich, daß ohngeachtet des Ansehens dieser beyden Physiker, ich das Feuer nicht als ein hinlänglich freyes und unabhängiges Fluidum betrachten kann, daß es sich schnell durch seine specifische Leichtigkeit erheben, oder sich merklich durch seine eigne Schwere verdicken könnte. Mich dünkt, je mehr man die Phänomene und die Theorie dieser zarten Materie erschöpft, desto stärker wird man sich überzeugen, daß sie mit allen Körpern durch eine so große Verwandschaft verbunden ist, daß alle ihre Bewe-

gungen durch diese Verwandschaft bestimmt, oder wenigstens stark modificirt sind.“ Indem ich die Phänomene des Feuers soviel wie möglich ergründet habe, habe ich gleichfalls meine Theorie über seine Natur und Bewegungen entworfen. Es muß sich im Vakuum bewegen, weil es in diesem Raume von einem Körper zum andern geht, so wie durch diejenigen, welche von den Körpern eingenommen sind: und ich habe die Ausdehnungen, die es bey letztern hervorbringt, nicht begreifen können, als indem ich ihm eine hinlängliche Unabhängigkeit beylegte, damit es sich in den Zwischenräumen ihrer Theilchen bewegte, und sie mit großer Kraft stoße. Die Nothwendigkeit dieser Unabhängigkeit wird sich aber noch besser durch die Bemerkung zeigen, worauf mich die Folge dieser Stelle des Herrn von Sauſſure gebracht hat.

§. 764.

„Ich glaube (sagt er) daß man auf das Elementarfeuer dasjenige anwenden könne, was ich vom Wasser im 1ten Kapitel meines ersten Versuchs über die Hygrometrie bewiesen habe. Es ist ausgemacht, daß die Körper unter sich, nicht allein durch die Menge an Wasser und Feuerstoff, der in ihre Verbindung tritt, verschieden sind, sondern auch durch die Kraft, mit der sie, das in der Luft verbreitete Wasser und Feuer, anziehen, und in ihre Poren verschlucken. Ich glaube diese Wahrheit in Rücksicht des Wassers bewiesen zu haben, und die schönen Versuche des Herrn Crawford, so wie die genaueren der H. Herrn Lavoisier und de la Place haben sie auch in Rücksicht des Feuers dargethan *). Wenn man also dies durchs Verbrennen entbun-

*) Ihre Versuche über die Wärme findet man auch in d. chem. Annal. 1787. I. 263. 344. 546.

bundene Fluidum, sich zu zerstreuen oder auszubreiten sucht; so streben alle Körper in deren Wirkungskreise es sich befindet, sich seiner zu bemächtigen, und verschlucken davon in direktem Verhältnisse ihrer Verwandschaft mit ihm und in verkehrtem Verhältnisse mit dem, was ihnen daran fehlt, um mit den umgebenden Körpern im Gleichgewichte zu seyn."

§. 765.

Ich glaubte sonst ebenfalls, daß, außer den Verwandschaften des Feuers, wodurch es in die Zusammensetzung der Substanzen eintritt, es einen stärkern oder schwächern Hang zu den Körpern besitze; aber das Studium der elektrischen Bewegungen hat mich diese Idee verändern lassen. Das elektrische Fluidum hat sicherlich einen solchen Hang, d. h. es begiebt sich zu entfernten Körpern. Es entspringen aber auch daraus zwey unterscheidende Kennzeichen seiner Phänomene, die wir beym Feuer nicht finden. Zuerst, wenn ein unbeweglicher Körper mit elektrischem Fluidum überladen ist; so können wir es an keinem Zeichen verspüren, so lange wir ihm keine andre Körper nähern: er hat sich dieses Fluidums bemächtigt, er hat es überwältigt, und es entspringt daraus keine merkliche Wirkung. Das Feuer aber erzeugt in den Körpern Ausdehnung; eine mechanische Wirkung, die nur von einer mechanischen Ursache, nämlich von Bewegung und Stößen herrühren kann. Wenn nun das Feuer an die Körper gebunden wäre, wenn es durch ihren Wirkungskreis, wie das elektrische Fluidum, zu ihnen gezogen würde; so würde dasselbe, wenn es bis zu ihnen gelangt ist, an sie gebunden bleiben, und seine Gegenwart nicht mehr verspürt werden.

§. 766.

Die andre Wirkung des Bestrebens auf Entfernung bey einem ausdehnbaren Fluidum, ist die Bewegung freyer Körper, die sich einander dasselbe streitig machen; auf diese Art ereignen sich die elektrischen Bewegungen, welche zur unmittelbaren Ursache den Hang des elektrischen Fluidums haben, von Körpern, welche mehr besitzen, zu denen, welche weniger enthalten, hinzugehen: welche Ursache in Wirksamkeit kömmt, sobald einer von den Körpern, die sich zugleich darum bewerben, weniger Widerstand um bewegt zu werden entgegensetzt, als derjenige, welcher mehr von diesem Fluidum besitzt, um diesen Ueberschuß fahren zu lassen. Dieses wäre also die Folge aus dem, was Herr von Saussure vom Feuer voraussetzt: „daß es mit allen Körpern durch eine so große Affinität verbunden ist, daß seine Bewegungen durch seine Affinitäten stark modificirt werden; und daß, wenn es durchs Verbrennen entbunden wird, alle Körper, in deren Wirkungskreise es sich befindet, sich seiner zu bemächtigen trachten.“ Wir sehen aber keine ähnliche Bewegung aus der Mittheilung des Feuers entspringen; weil seine Vertheilung unter die Substanzen nur von seiner Elasticität herrührt, wodurch es sich, auf eine von den benachbarten Substanzen völlig unabhängige Art, ins Gleichgewicht zu setzen sucht. Was die verschiedenen Kapacitäten der Substanzen, um Feuer zu enthalten, anbetrift; die Herr von Saussure als einen Beweis von den Affinitäten dieses Fluidums betrachtet; so habe ich dies Phänomen aus einer mechanischen Ursache erklärt, welche allen ausdehnbaren Flüssigkeiten gemein ist, und nach der sie Herr le Sage vorher gesehen hatte. Es ist also nicht nöthig zu Affinitäten seine Zuflucht zu nehmen,

um

um jenes Phänomen zu erklären, da ihnen durch soviel andre widersprochen wird.

§. 767.

Um seine Meinung über die Ursache der Vertheilung des Feuers zu unterstützen, giebt Herr von Saussure als ein analoges Beyspiel seine Hypothese über diese Art von Vertheilung des Wassers, welche in den Körpern und der umgebenden Luft Feuchtheit hervorbringt. Ich habe aber zum voraus auf dies Beyspiel in meinem ersten Theile geantwortet, wo ich von den Aehnlichkeiten und Unterschieden des elektrischen Fluidums und der Wasserdünste handelte, und durch einen von ihren Unterschieden erklärte, warum das elektrische Fluidum Bewegungen in den freyen Körpern hervorbringt, anstatt daß die wässrigen Dünste keine hervorbringen. (§§. 276. und 354.) Bloß in der Berührung äußern sich die hygroskopischen Affinitäten; und die Vertheilung des Wassers unter die Substanzen, welche auf diese Art es annehmen, geschieht hier durchs Feuer. Dies Fluidum, welches selbst eine hygroskopische Substanz und immer in Bewegung ist, entzieht das Wasser denjenigen von seiner Klasse, welche zu viel besitzen, und giebt es denen die nicht genug enthalten, und behält es selbst unter der Gestalt von Dünsten, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Außer andern Beweisen nun, daß diese Verwandschaften sich nur in der Berührung äußern, wird, wenn zwey leichte Körper, wovon einer feuchter und der andre trockner ist als das Mittel, neben einander aufgehängt werden, der erste trocken und der andre feucht werden, ohne daß daraus eine Bewegung des einen gegen den andern erfolge. Das Wasser hat also kein Bestreben auf Entfernung, zu andern Körpern: denn sonst würde bey den

hygroskopischen Phänomenen sich ereignen, was wir bey den elektrischen sehen; daß leichte und freye Körper sich zu benachbarten, welche mehr oder weniger Wasser als sie besäßen, hinbegäben. Nur unter seinen eignen Theilchen übt das Wasser einen Hang auf einige Entfernung aus; und durch diesen Hang unter andern fangen die Wasserdünste an, sich zu zersetzen, wenn sie unter sich in eine zu große Nähe für die Temperatur kommen; welches ich bey diesen Dünsten erklärt habe.

§. 768.

Herr von Saussure macht sich selbst, gegen dieses Ueberwältigen was er beym Feuer annimmt, einen Einwurf, der durch die Versuche worauf er ihn leitete, sehr wichtig wird. „Vielleicht wird man mir (sagt er §. 926) den bekannten Versuch einwenden, daß ein brennbarer Körper, in einer Entfernung von 20 bis 24 Fuß, durch das Zurückprallen und Concentriren der Wärme einer Kohle, die zwischen zwey Hohlspiegel liegt, entzündet wird. Ich sage die Wärme; denn Herr Lambert hat sehr gut gezeigt, daß es nicht bloß das Zurückprallen des Lichts oder der leuchtenden Wärme der Kohle, sondern ihrer dunkeln Wärme sey, welches diese Entzündung hervorbringt — (Pyrom. §. 378 fg.) Diese Idee des Herrn Lambert schien mir für die Theorie der Wärme so wichtig, daß ich sie durch einen neuen vielleicht noch entscheidendern Versuch, bestätigen zu müssen glaubte. Ich glaubte auch, daß, wenn man statt der angezündeten Kohle in den Fokus von einem der Spiegel eine sehr heiße eiserne Kugel legte, und diese Kugel eine sehr merkliche Wärme in dem Fokus des andern Spiegels erregte, dies ein sicherer Beweis sey, daß die dunkle Wärme sich wie das Licht reflektiren und in einem Brennpunkt condensiren könne. Da ich diesen

Appa=

Apparat nicht besaß; so stellte ich den Versuch mit dem des Herrn Pictet und in seiner Gesellschaft an. Seine Spiegel sind von Zinn, von 1 Fuß im Durchmesser und 4 ½ Zoll Brennweite. Wir nahmen eine eiserne Kugel von 2 Zoll im Durchmesser, und ließen sie stark glüen, damit die Wärme sie bis zum Mittelpunkte durchdränge; darauf ließen wir sie erkalten, bis sie auch im Dunkeln nicht mehr leuchtend war. Alsdann befestigten wir die Kugel im Fokus von einem der beyden Spiegel, welche einander gegenüber in der Entfernung von 12 Fuß 2 Zollen standen, und hielten in den andern Fokus ein Thermometer. Den Versuch stellten wir in einem Zimmer an, wo weder Feuer noch Kohlen befindlich, und dessen Thüren, Fenster und Läden sogar verschlossen waren, um soviel wie möglich, alles zu entfernen, was zufällige Veränderungen in der Temperatur der Luft veranlassen konnte. Das Thermometer im Fokus des Spiegels stand vor dem Versuche auf 4°. Sobald die Kugel in den andern Brennpunkt gelegt wurde, fieng es an zu steigen, und kam in 6 Minuten zu 14° ½; unterdessen ein andres Thermometer, das außerhalb des Brennpunkts eben so weit von der Kugel und dem Leibe des Beobachters entfernt war, nur zu 6 ½° stieg — Um noch mehr allen Argwohn von Licht zu entfernen, hat Herr Pictet den Versuch wiederholt, und anstatt der Kugel einen Kolben mit siedendem Wasser genommen, und die Wärme wurde im Brennpunkt des andern Spiegels um 1° vermehrt.“ Es folgt also aus diesen Versuchen, daß, wenn die Theilchen des Feuers an glatte metallische Flächen stoßen, sich vieles reflektirt; und daß sie im Zurückgehen sich bestreben, den Reflexions-Winkel dem Einfallswinkel gleich zu machen, wie alle Körper, welche zurück springen. Was die Reflexion des Feuers überhaupt betrift; so ist sie durch verschiedene

That-

Thatsachen bewiesen, und besonders durch ein in der Küche sehr bekanntes Faktum; daß metallene Gefäße in denen man Wasser oder Fleisch kochen läßt, sich weit langsamer erhitzen, wenn man sie von außen glänzend erhält, als wenn man sie voll Ruß läßt.

§. 769.

Folgenden Einwurf macht sich Herr von Saussure selbst nach dieser Thatsache. „Es würde also (sagt er) aus diesem Versuche zu folgen scheinen, daß das Feuer-Fluidum das Principium der eigentlich so genannten Wärme, mit Leichtigkeit eine Luftschichte von 12 Fuß Dicke durchstriche, und daß man daher bey diesem Fluidum eine hinlänglich große Freyheit voraussetzen könnte — Man muß aber bemerken, daß, wenn man, nach dem System des Herrn de Luc das Feuer als ein der Luft ähnliches zugleich elastisches und stetiges Fluidum betrachtet, —— es unmöglich ist zu begreifen, wie ein Strom von diesem Fluidum, von allen Seiten durch die Masse desselben ihn umgebenden Fluidums gedrückt, in den Fokus eines Spiegels zurück geworfen, und verdichtet werden könne. Wäre es nicht thörigt anzunehmen, daß ein mitten in der Atmosphäre in Bewegung gesetzter Luftstrom, indem er an die Oberfläche eines Hohlspiegels stößt, in dem Brennpunkte desselben reflektirt und verdichtet würde.“

§. 770.

Ich antworte auf diese letzte Frage, daß dies auf den Theil der Atmosphäre ankomme, wo man den Versuch anstellt. Ohne Zweifel würde in jeder Höhe die wir erreichen können, diese Verdichtung der Luft in einen Brennpunkt nicht auf eine merkliche Art Statt haben; denn ob es gleich ein discretes (und nicht stetiges) Flui-

Fluidum ist; so ist es hier doch zu dicht, als daß Reihen von reflektirten Theilchen könnten frey in die Zwischenräume derjenigen treten, die ohne Aufhören nach einer andern Richtung ankämen. Wäre man aber in einem Theile der Atmosphäre, wo die Luft dünne genug wäre, damit die Reihen von Theilchen, die sich in entgegengesetzten Richtungen bewegten, in ihre gegenseitigen Zwischenräume dringen könnten (wie es z. B. beym Sande wäre, den zwey Personen einander zu gleicher Zeit entgegen würfen); so sehe ich keine Schwierigkeit darinn, anzunehmen, daß ein Hohlspiegel einen Theil dieser bewegten dünnen Luft, welcher grade an seine Oberfläche stieße, in seinen Brennpunkt reflektiren könnte, jedoch mehr oder weniger nach der Natur der Bewegung der Lufttheilchen; denn je häufiger sie auf ihrem Wege ihre Richtung änderten, oder je mehr diese Verändrungen sie von derselben Axe entfernen würden; desto weniger könnte sich davon im Fokus des Spiegels sammeln. Was die Reflexion des Feuers in dichter Luft betrift; so rührt das Vermögen die Luft zu durchstreichen (wie beym Lichte) von der Zartheit seiner Theilchen her.

§. 771.

Dies ist meine Antwort auf diesen Einwurf des Herrn von Saussure gegen mein System über die Natur des Feuers und seine Modifikationen in der Atmosphäre: welcher Einwurf nur daher rührte, daß er mich nicht recht verstanden hatte. Dem will ich noch hinzufügen, daß ich nicht finde, daß er auf denjenigen, den er sich nach denselben Phänomenen gemacht hatte, geantwortet habe: so daß man ihm immer diesen Versuch einwenden kann, in welchem ein Fluidum, welches er auf solche Weise mit den Körpern verbunden glaubt, daß alle seine Bewegungen durch seine Affinitäten stark mo-

dificirt sind, dennoch an die Oberfläche eines Spiegels anstößt, und zum Theil in den Brennpunkt eines andern Spiegels auf eine große Weite reflektirt wird. Dies würde dem elektrischen Fluidum nicht begegnen; ohngeachtet der ungeheuren Schnelligkeit seiner Theile und ihrer gradlinigten Bewegung, weil seine Bewegungen in der That durch seine Affinitäten modificirt sind. Ich komme jetzt auf diejenigen Einwürfe des Herrn von Saussure, welche sich auf meine Idee von den Sonnenstrahlen beziehen.

Vierter Abschnitt.

Von dem Unterschiede der Sonnenstrahlen und des Feuers.

§. 772.

Bey der Vergleichung, welche Herr von Saussure von meiner Theorie über das Feuer mit der vom Herrn Lambert anstellt, wovon ich bereits, was das Feuer selbst betrift, erzählt habe, setzt er hinzu: (§. 924) „Bey der Frage endlich über die Identität des Feuers und des Lichts, welche Herr Lambert nicht aufzulösen wagte, sich aber, wie man wohl sieht, auf die bejahende Seite neigte, entscheidet Herr de Luc für die Verneinung und behauptet, daß das Licht ein an sich selbst unfähiges Mittel sey, die Körper zu erwärmen.

§. 773.

Ich werde mich in diesem Abschnitte nur mit dem Theile von den Einwürfen des Herrn von Saussure beschäftigen, welcher meine Meinung über die Natur der Sonnenstrahlen betrift; indem ich die Prüfung dessen, was das Phänomen der geringen Wärme der obern

Schich-

Schichten der Luft gegen die untern angeht, auf den folgenden verschiebe. In Absicht des erstern Gegenstandes, sagt Herr von Sauſſure (§. 931):" Ein sehr bekanntes Faktum, und welches nach meiner Meinung sehr stark beweist, daß die Kraft der Sonnenstrahlen an sich selbst betrachtet, und unabhängig von den Ursachen der äußern Erkaltung, auf den Gebirgen eben so groß sey wie in den Ebnen, ist, daß die Wirkung der Brenngläser und Brennspiegel in jeder Höhe dieselbe ist. Dies ist einer der ersten Versuche, den ich in einem Alter von 14 bis 15 Jahren auf den Gebirgen angestellt habe. Ich suchte zu Genf ein Brennglas, das klein genug sey, um grade nur die hinreichende Kraft zu haben, Zunder anzuzünden; ich trug darauf dasselbe Glas und Zunder in die Höhe von Saleve; und ich sahe hier dieselbe Wirkung sogar noch schneller entstehen, als auf der Ebne. Herr de Luc läugnet dieses Faktum nicht, er vermuthet im Gegentheil, daß die Kraft der Brennpunkte in einer verdünnten Luft immer stärker werden müste — weil die Sonnenstrahlen durch Reflexionen und Refraktionen weniger zerstreuet würden. — (§. 931)" Dies denke ich in der That, und es beweist der Versuch des Herrn von Sauſſure, so wie die Versuche aller Physiker, welche der Sonnenstrahlen auf der Ebne nöthig haben. D. Priestley hat oft bey seinen Versuchen mit dem Brennspiegel bemerkt, daß, obgleich keine Wolken da waren, und die Luft durch die Sonnenstrahlen sehr erwärmt war, sie im Brennpunkte wenig Kraft hatten, weil sie beym Durchstreichen der Luft sich stark verminderten. Herr von Sauſſure und ich sind also über dies Faktum einig; es folgt aber daraus kein Einwurf gegen mein System. Alle eigenthümlichen Wirkungen der Sonnenstrahlen, sind größer in den obern Luftschichten als in den untern; weil hier ihre Menge

größer ist; dieses entscheidet aber nicht über die Natur dieser Wirkungen selbst. Ich rechne ohne Zweifel dahin, die Kraft Wärme zu erzeugen: dies geschieht aber nicht unmittelbar, und folglich ist die Menge die sie hervorbringen, der ihrigen nur unter einerley Umständen proportional. Obgleich daher die Dichtigkeit der Sonnenstrahlen auf dem Gipfel der Gebirge größer ist als in den Ebnen, so bringen sie hier in der Luft weniger Wärme hervor; sie können hier aber in gewissen Körpern mehr hervorbringen: welches die wichtigen Versuche des Herrn von Sauſſure selbst zu bestätigen dienen.

§. 774.

„Ueberzeugt (sagt er §. 932) daß die vorzüglichste Ursache der Kälte auf hohen und isolirten Gipfeln, sey, daß sie von einer beständig kalten Luft umgeben und erkaltet werden; weil diese weder von den Sonnenstrahlen, wegen ihrer Durchsichtigkeit, noch von der Oberfläche der Erde, wegen der Entfernung die sie davon trennt, stark erwärmt werden kann; wollte ich sehen, ob die grasden Sonnenstrahlen auf dem Gipfel eines hohen Gebirges eben die Wirksamkeit hätten, wie auf den Ebnen, wenn der Körper, auf den sie wirken sollten, so gelegt wäre, daß er in der umgebenden Luft wenig oder gar nicht erkältet werden könnte. Zu dieser Absicht ließ ich, nach verschiedenen Versuchen, deren Beschreibung mich zu weit führen würde, aus Tannenholz von 1½ Zoll Dicke, eine Büchse machen, die im Lichten einen Fuß Länge bey 9 Zoll Breite und Höhe hatte; innwendig ließ ich diese Büchse mit schwarz gefärbtem Korke einen Zoll dick ausschlagen, und verschloß sie mit drey in Rahmen gefaßten Spiegelglas-Platten, die unter einander gelegt waren, so daß zwischen ihnen 1½ Zoll Zwischenraum blieb. Wenn also diese Büchse gegen die Sonne gehalten wurde, so

drangen

drangen die Strahlen bis auf den Boden, nachdem sie die drey Scheiben durchstrichen hatten. Ein, auf den Boden der Büchse gestelltes, und von den Sonnenstrahlen erwärmtes Thermometer, war also gegen die Wirkung der äußern Luft, von einer Seite durch drey Glasscheiben und die zwischen ihnen befindlichen Luftschichten, und von allen andern Seiten durch eine doppelte Bedeckung von einem halben Zolle Holz und einem Zoll dikken Kork gesichert."

„Um mit dieser Büchse zwey comparative, und unter sich sehr parallele Versuche anzustellen, ließ ich sie den 16ten Jul. 1774 auf den Gipfel des Cramont bringen; hier erwärmte ich sie langsam an der Sonne, bis das Thermometer auf dem Boden den 50sten Grad erreicht hatte: sodann setzte ich sie genau eine Stunde grade den Sonnenstrahlen aus; d. h. von 2 U. 12′ bis 3 U. 12′: und in dieser Stunde stieg das Thermometer von 50 zu 70°. Ein ähnliches Thermometer, das an dem schwarz gefärbten Kork außerhalb der Büchse angebracht war, stieg zu 21°; und ein drittes mit nakter Kugel, in freyer Luft den Sonnenstrahlen ausgesetzt 4 Fuß über der Erde, hielt sich nur auf 5°."

„Den folgenden Tag, wie ich nach Courmageur zurück kam, wo ich ein sehr heiteres Wetter völlig wie am vorigen Tage fand, wählte ich eine freye Wiese, um meinen Apparat hier aufzustellen; ich erwärmte ihn langsam an der Sonne, so daß genau um 2 U 12′ das Thermometer auf dem Boden der Büchse, sich grade auf 50° befand; und sodann hielt ich meine Büchse genau eine Stunde beständig der Sonne ausgesetzt, indem ich sie zu denselben Zeiten und eben so vielmal wie auf dem Cramont umwandte. Inzwischen stieg das in der Büchse eingeschlossene Thermometer nur auf 69°; d. h. um 1°

weniger als auf dem Cramont, obgleich das auf dem Korke außerhalb der Büchse gestellte um 6° höher stieg als auf dem Cramont, nämlich zu 27°, und das in freyer Luft um 14° höher als auf dem Gebirge, nämlich zu 19°."

„Bey, soviel wie möglich war, gleichgewählten Umständen also, verminderte eine Differenz von 777 Toisen, um welche der Gipfel des Cramont höher ist als Courmageur, um 14° die Wärme, welche die Sonnenstrahlen einem der Wirkung der äußern Luft gänzlich ausgesetzten Körper geben konnten; nur um 6° diejenige eines Körpers, der zum Theil gegen diese Wirkung geschützt war; und vermehrte hingegen um 1° die Wärme eines dritten Körpers der dagegen gänzlich gesichert war — — Es scheint mir also deutlich genug, daß die Kälte der Luft, welche die Gebirge umgiebt, die einzige Ursache sey, welche hier die Wirkung der Sonnenstrahlen vermindert." Dies ist der allgemeine Schluß, den Herr von Sauſſure aus seinen Versuchen zieht, die an sich selbst eben so wichtig als sinnreich sind: ich glaube aber, daß, wenn er nicht die über diese Gegenstände angenommenen Ideen beybehalten hätte, er den Gang der Ursachen ganz verschieden würde gesehen haben. Ich will zuerst anzeigen, worinn vorzüglich seine Art sie zu betrachten bestehe, und sodann die Folgen, worauf sie wie mich dünkt, leitern, auseinander setzen.

§. 775.

Indem Herr von Sauſſure seine Versuche in diesem letzten Paragraph zusammen nimmt, betrachtet er hier nur die Wirkung der Sonnenstrahlen auf einen gewissen Körper, der doch davon nicht afficirt wird, und erwähnt deren die es wirklich sind, nur als solche, die

ge-

gebraucht werden, jenen gegen die Wirkung der äußern Luft zu schützen: Dieser Körper ist die Kugel eines Quekſilberthermometers. Nun habe ich in meinen Unterſuch. über die Modifikat. der Atmosph. gezeigt, ich habe es in meinem Werke über die Geologie wiederholt (wie ich bald erinnern will) und ich werde durch verſchiedene Verſuche des Herrn von Sauſſure ſelbſt, wenn ich Herrn Trembley antworte, bestätigen; daß dieſer Körper von den Sonnenſtrahlen nicht merklich afficirt wird, weil er ſie reflektirt; und daß alſo ein Quekſilberthermometer, wenn es auch den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt wird, nur die lokale Temperatur der Luft oder überhaupt der benachbarten Körper anzeigt. Ich will alſo die unmittelbaren Reſultate dieſer Verſuche wieder vornehmen, und hier der Wirkung der Sonnenſtrahlen, in Körpern wo ſie ſich wirklich äußerte, nachgehen.

§. 776.

1. Die in der freyen Luft angezeigte Wärme war auf dem Gebirge um 14° geringer als an ſeinem Fuße; nicht, wie Herr von Sauſſure glaubt, weil die Sonnenſtrahlen hier weniger fähig geweſen wären, die Kugel des Thermometers, die zu gleicher Zeit der Wirkung der äußern Luft ausgeſetzt war, zu erwärmen; ſondern weil dieſe dünnere und reinere Luft ſelbſt, hier weniger von der Subſtanz enthielt, mit der die Sonnenſtrahlen das Feuer bilden: dieſe Strahlen erwärmten ſie alſo weniger als die Luft im Thale, und der Unterſchied war 14°; dies iſt alles was das Thermometer anzeigt. 2. Ein gegen den ſchwarzgefärbten Kork angebrachtes Thermometer, ſtand nur 6° niedriger auf dem Gebirge als im Thale: nicht weil das Thermometer ſodann zum Theil gegen die Wirkung der

äußern Luft gesichert war, sondern weil die Sonnenstrahlen in dem Korke Feuer erzeugten, und ein Theil desselben in das Thermometer stieg. Diese Ursache brachte 16° Wärme in dem Thermometer oben auf dem Gebirge hervor, und nur 8° bey dem im Thale; weil die Sonnenstrahlen durch die dünnere und reinere Luft der obern Schichte weniger zerstreuet und verschluckt wurden. Inzwischen war hier die absolute Höhe des Thermometers um 6° geringer als am Fuße des Gebirges; weil die Luft hier dünner und kälter war, und sich also das im Korke erzeugte Feuer, hier schneller zerstreuete. 3. Das Thermometer in der Büchse endlich, stieg auf dem Gebirge 1° höher als am Fuße; nicht weil es hier in der äußern Luft keine Wärme, die in ihm selbst unmittelbar durch die Sonnenstrahlen erzeugt worden wäre, verlöre; sondern weil das Feuer, welches diese im Korke bildeten, sich länger um dieses Thermometer herum erhielt: und die schnellere Zerstreuung dieses Feuers, durch die Büchse hindurch in die dünnere und kältere Luft des Gebirges, durch die größre Intensität der Sonnenstrahlen mehr als ersetzt wurde.

§. 777.

Um zu zeigen, daß dies der einzige Gesichtspunkt sey, aus dem die Resultate dieser Versuche angesehen werden können, will ich ein Beyspiel geben; indem ich einen Apparat annehme, worauf mich der vom Herrn von Saussure gebracht hat, und wobey uns seine manometischen Versuche über die Ausdünstung zu Leitern dienen sollen. Ich nehme an, daß eine Büchse a, die der seinigen, welche ich A nenne, ähnlich ist, statt inwendig schwarz gefärbt zu seyn, angefeuchtet sey; daß anstatt des Thermometers, sich hier ein Manometer befinde; daß man statt der Sonnenstrahlen Feuer anwende,

und

und daß die Büchse hermetisch verschlossen sey. Ich will ferner eine Büchse b annehmen, welche der Büchse a gleich, ausgenommen daß sie innwendig trocken ist. Endlich will ich eine der Büchse A des Herrn von Saussure gleiche Büchse B annehmen, ausgenommen daß sie, statt innwendig schwarz gefärbt zu seyn, hier mit Spiegelglas ausgelegt ist. Wenn die Büchse b eine Zunahme der Wärme erlitte; so würde hier keine andre Vermehrung in dem Drucke auf das Manometer vorhanden seyn, als durch die Ausdehnung der innwendigen Luft, die ich hier nicht betrachte, indem ich mich nur bey dem Umstande aufhalte: daß das Feuer, welches eben so frey heraus- als hineingehen kann, sich nicht in der Büchse anhäufen würde. Eben so würden in der Büchse B die Sonnenstrahlen nur wenig Wirkung auf die innwendige Wärme, und folglich auf das Thermometer, hervorbringen; weil sie, durch das Glas ohne Aendrung reflektirt, eben so leicht herausgehen würden, wie sie hinein kamen. Bey den Büchsen a und A werden aber die Phänomene ganz verschieden seyn. In der ersten, deren Seiten angefeuchtet sind, wird, sobald neues Feuer hineintritt, das Manometer merklich steigen. Denn dies Feuer wird, indem es sich mit dem Wasser verbindet, Wasserdünste bilden; ein besondres ausdehnbares Fluidum, das, weil es nicht aus der Büchse herausgehen kann, auf das Manometer wirken wird. Eben so verhält es sich mit dem Lichte, in der innwendig schwarz gefärbten Büchse A. Denn die, durch die schwarzen Körper verschluckten Sonnenstrahlen bilden hier Feuer; so wie das von den feuchten Körpern verschluckte Feuer, hier Wasserdünste bildet. Das demnach innwendig in der Büchse durch die Sonnenstrahlen erzeugte Feuer, kann nur langsam durch dasselbe Glas herausgehen, welches

das Licht augenblicklich durchstrichen hatte, und sein Verweilen innwendig in der Büchse vermehrt hier die Wärme; so wie das Verweilen der wässrigen Dünste den Druck in der Büchse a vermehren würde. Es ist also, aus diesen Versuchen vom Herrn von Sauffure selbst, so wie aus allen verglichenen Phänomenen der Hellheit und der Wärme, offenbar; daß das Licht nicht das Feuer sey, und daß, wenn es letzteres hervorbringt, es wesentlich seine Natur verändre.

§. 778.

Herr du Carla hat in seinem Werke über das vollständige Feuer, sehr gut das phosphorische Vermögen der Sonnenstrahlen von ihren Wärme erregenden Wirkungen unterschieden; wodurch sein Werk vielen Nutzen haben kann. Er hat aber diesen so verschiedenen Phänomenen einerley Wirkungsmittel zugeeignet; indem er sich vorstellte, daß, wenn das Licht zum erleuchten wirkte, es sich mit einer zu großen Schnelligkeit bewege, um sich irgendwo aufzuhäufen, daß es aber verzögert werden könne, und sodann durch sein Anhäufen erwärme. Hiebey will ich zuerst anmerken, daß das Licht, welches sich von den schwächsten Phosphoren entbindet, sich wie die Sonnenstrahlen bewegt; unterdessen das bey den stärksten Feuersbrünsten entbundene Feuer, in die Weite nur langsam Wärme erzeugt, und sie merklich nur in einem sehr eingeschränkten Raume hervorbringt. Aber überdieß halte ich es für eine vergebliche Hypothese d. h. die in keiner von Thatsachen unterstützten Theorie Grund hat; daß die freyen Theilchen eines ausdehnbaren Fluidums, zwey so verschiedene Gattungen von Bewegungen, wie die des Lichts und des Feuers, haben könnten, ohne daß sie an sich selbst einige merkliche Veränderung erlitten hätten. Nachdem,

was

was ich über das Feuer vorgetragen habe, ist die wahrscheinlichste Verändrung in den Lichttheilchen, wenn sie warmmachend werden, das Hinzukommen einer andern Substanz.

§. 779.

Ich glaube also durch die Versuche des Herrn von Saussure selbst, über die, durch die Sonnenstrahlen erzeugte Wärme, dargethan zu haben, daß das Licht nicht das Feuer sey *): und Herr von Saussure selbst, nachdem er sie erzählt hat, scheint nicht mehr für sein eignes System so entschieden zu seyn. „Die Physiker (sagt er) sind über die Natur des Lichts nicht einstimmig; einige halten es für das Element des Feuers in seiner grösten Reinheit; andre betrachten es als ein Wesen von einer vom Feuer ganz verschiedenen Natur, und welches an sich selbst zu erwärmen unfähig, nur das Vermögen hat, dem Feuerfluidum die Bewegung zu geben, welche Wärme erzeugt. Aber alle stimmen darinn überein, daß das Licht in den Körpern nur insofern Wärme erregt, als es von ihnen verschluckt wird: alles was sie reflektiren oder durchlassen, trägt keinesweges dazu bey sie zu erwärmen.“ Bis dahin ist noch nichts gesagt, denn dies ist auch der Fall mit dem Feuer, das in den Körpern, nur indem es sie durchdringt, Wärme hervorbringt. „Die Luft selbst (fährt Herr von Saussure fort) erwämt sich desto mehr, je dichter und je mehr sie mit Dünsten überladen ist. Es ist aber ausgemacht, daß je höher man steigt, desto mehr findet man die Luft von Dünsten befreyet; auf hohen Gipfeln

*) Man kann bey dieser Untersuchung nachlesen: Fontana über Licht, Flamme, Wärme ꝛc. chem. Ann. 1784. I. 240.

ist eine besondre Durchsichtigkeit; der Himmel erscheint hier von ins Schwarze fallender blauer Farbe. Und darinn bin ich vollkommen mit Herrn de Luc gleicher Meinung, welcher sehr auf dieser Ursache von der Wärme der Luft in den Ebnen besteht.“ Herr von Saussure nähert sich also sehr meiner Idee über die Ursache von der geringen Wärme der Luft oben auf den Gebirgen; wenigstens in Rücksicht des unmittelbaren Umstandes der hier den größten Einfluß hat. Es bleibt aber noch immer zu entscheiden übrig, welchen Theil die Natur der Sonnenstrahlen an diesem Phänomen habe; daher ich jetzt diesen Gegenstand abhandeln will.

Fünfter Abschnitt.

Von der geringern Wärme der obern Schichten der Atmosphäre, in Vergleichung mit den untern.

§. 780.

Das Phänomen von der Abnahme der Wärme, so wie man sich in der Atmosphäre erhebt, ist bekannt genug; aber dennoch schwer zu bestimmen. Es giebt große Veränderungen in den Unterschieden der Wärme zwischen verschiedentlich hohen Oertern: dies habe ich bey meinen Versuchen zur Messung der Höhen durch das Barometer erfahren, während welcher ich die Luft sogar zuweilen in der Ebne kälter als auf dem Gebirge fand. Man kann diese Unterschiede in den Tafeln meiner Beobachtungen auf dem Gebirge von Saleve sehen; und ich habe ähnliche in größern Höhen erfahren. Ich empfand einmal z. B. eine große Hitze, wie ich im Januar über den St. Bernhard gieng; da ich auf einer andern Reise im Julius, nachdem ich im Val-d'aorte eine große Hitze erlitten, mich mit Vergnügen dem Feuer näherte, als

ich

ich in die Herberge oben auf dem Berge gelangte: und ich bemerkte denselben Contrast auf dem Mont-Cenis, über den ich oftmals gegangen bin. Obgleich also fast immer weniger Wärme oben auf den Gebirgen als in den Ebnen ist; so ist doch die Ursache dieses Phänomens sehr veränderlich. Dies ist ein wichtiges Faktum in Rücksicht des Gegenstandes der uns beschäftiget, worauf ich mich im §. 203 meiner **Unters. über die Modifik. d. Atmosph.** weitläuftig eingelassen habe.

§. 781.

Herr von Saussure (wie wir gesehen haben) giebt zu, daß die Sonnenstrahlen, indem sie durch die dünne und reine Luft streichen, sie sehr wenig erwärmen, aber um desto mehr, je dichter und mit Dünsten beladener sie ist; zwey Umstände, welche ohne Verbindung unter sich zu haben, auf gleiche Art die Luft auf dem Gebirge von der in den Ebnen in den meisten Fällen unterscheiden, und also zu ihrer geringern Wärme beytragen: da aber letztere abwechselnd ist; so rühren vorzüglich von ihr die Veränderungen in dem Verhältniß der Temperatur her, wovon ich geredet habe. Dieser Umstand nun kann unter die Beweise gerechnet werden, daß das Licht nicht das Feuer sey, wie ich zeigen will. Ich will daher eine ohne zu glüen sehr heiße Metallkugel annehmen, welche hoch in der Luft hängt, und im Stande ist bis zur Fläche der Ebnen Wärme zu verbreiten. Würde man in diesem Falle glauben, daß die Wärme in den obern Luftschichten geringer sey, als in den untern? Sicher nicht: denn es würde aus dieser Kugel nur Feuer ausgehen, und das Feuer setzt sich unter allen Körpern und die Luft unter ihnen und das Vakuum selbst ins Gleichgewicht. Ueberall nun, wo das Feuer dieselbe ausdehnende Kraft hat, bringt es denselben Grad von

Wärme hervor. Die heiße Kugel würde also nur die Oberfläche der Erde erwärmen, nachdem sie die Luft erwärmt hat, diese mag dünn oder dicht, rein oder mit Dünsten vermischt seyn. Das Feuer, welches aus ihr gienge, würde in diesen ganzen Raum verbreitet, und der Boden oben auf den Gebirgen so wie in den Ebnen, würde nicht mehr erhitzt seyn, als die benachbarte Luft. Da also die, durch die Sonnenstrahlen erzeugte Wärme einem ganz andern Gange folgt, so sind diese Strahlen kein Feuer.

§. 782.

Herr von Sauſſure und ich sind über ein andres Faktum einig, nämlich; daß je isolirter ein Berggipfel ist, desto kälter (bey übrigens gleichen Umständen) ist hier die Luft: und ebenfalls sind wir es auch über die unmittelbare Ursache dieses Phänomens, nämlich; daß, je weniger Verbindung die Luft mit dem durch die Sonnenstrahlen erwärmten Erdboden hat, desto weniger Wärme sie von ihm erhalten kann. Dieses läßt aber noch zwey Umstände zu entscheiden übrig; erstlich, wie die Sonnenstrahlen den Erdboden erwärmen, und dann, wie weit sich die Wärme erstrecke, welche dieser in der Luft hervorbringt. Auf den ersten Umstand habe ich gezeigt, daß, wenn die Sonnenstrahlen das Feuer selbst wären, der Erdboden nicht heißer, als die benachbarte Luft seyn könnte. Durch Verbindung also mit einer andern Substanz in dem Erdboden, bilden sie hier Feuer; und da sie oben auf den Gebirgen dichter als in den Ebnen sind; so erwärmen sie den Erdboden, der erstern stärker: daher die Vegetation, unter allen ihr günstigen Lagen, auf den Gebirgen schneller geschieht, als in den Ebnen. Aber ohngeachtet dieser größern Kraft der Sonnenstrahlen den Boden der hohen Thäler in

den

den Gebirgen zu erwärmen, ohngeachtet des Zurückprallens von den Felsen und ihres Schutzes gegen die Winde, ist die Luft selbst hier weniger warm, in dem Verhältnisse wie sie höher sind: diejenigen, wo die Luft dünner und reiner ist, überhäufen sich mit Eise, und in allen, so wenig man sich auch erhebt, es sey auf der Seite, die sich im Schatten befindet, oder auf einem isolirten Felsen, wird man durch eine merkliche Vermindrung der Wärme gewahr, daß diejenige, welche aus dem erwärmten Boden tritt, sich nicht sehr weit erstrecke.

§. 783.

Indem ich von diesem letztern Gegenstande in meinem Werke über die Geologie handelte, hatte ich zum Beweise des geringen Einflusses der Wärme des Bodens auf die in der Luft, sehr wichtige Beobachtungen von Herrn Marc-Pictet über die correspondirenden Gänge dreyer Thermometer angeführt, vor denen zwey 5 Fuß hoch über der Erde, und das dritte 50 Fuß hoch aufgehängt waren. Nachdem Herr von Saussure §. 935. diesen Versuchen gemäß gesagt hatte: „daß während der Anwesenheit der Sonne, die Wärme, welche in der Höhe von 50 Fuß herrschte, nur 1 oder 2° geringer war, als die bey 5 Fuß; obgleich alsdann der Boden 15 bis 20° wärmer war, als die Luft, die auf ihm ruhte;“ setzt er in einer Anmerkung hinzu: „Ich sage um 1 oder 2° geringer, und nicht dieselbe wie Herr de Luc sagt.“ Ich hatte (5ter Band S. 572) folgendes gesagt: „Wir sehen das Thermometer im Schatten der Stange 5′ über der Erde eben den Grad der Wärme anzeigen, wie das 50′ hohe. Das erste erhielt doch etwas von der Reflexion der Erde; und der Schatten, der nur von einem kleinen entfernten Körper herrührte, war nicht mit einem (merklichen) Verschlucken von Wärme

me durch den Schatten machenden Körper begleitet. Das Thermometer oben an der Stange wurde ohne Zweifel von den Sonnenstrahlen getroffen; aber ich weiß aus Erfahrung, daß diese Strahlen die Kugel eines Quekfilberthermometers nicht merklich erwärmen; ohne Zweifel, weil sie wie ein Spiegel wirkt, und dieselben reflektirt. Ich habe mehrmalen erfahren, daß, wenn ich von weitem mit einem Finger auf die Kugel des Thermometers Schatten warf, es nicht merklich fiel: es erhielt also zuvor nur die Wärme der Luft selbst, ob es gleich von den Sonnenstrahlen getroffen wurde. Der Schatten eines großen Körpers wirkt auf eine andre Art; der Körper selbst und die beschattete Erde entreißen der Luft die Wärme. Was dies von der Stange beschattete Thermometer betrift, welches 1 oder 2° niedriger stand, als das an der andern Seite in derselben Höhe, wenn die Luft von den Sonnenstrahlen durchstrichen wurde; so geschieht dies, weil der Schatten um das erste herum groß genug war, daß die es umgebende Luftmasse, welche nicht von den Sonnenstrahlen durchstrichen wurde, merklich weniger heiß war, als die Theile die sie durchstrichen. Die beyden Thermometer 5 und 50 Fuß von der Erde, druckten also jedes die Temperatur der Luft in ihrer Höhe aus; und dennoch, mitten im Sommer, wenn die Erde auf 45° des Thermom. erwärmt war, war die Luft 5 Fuß über der Erde nicht wärmer als bey 50 F., und wenn sie auf der andern Seite der Stange 1 bis 2° wärmer war, so geschieht dies, weil die Luft hier von den Sonnenstrahlen durchstrichen wurde.“ Ich fügte darauf einige Betrachtungen hinzu, die sich auf den Unterschied in der Wirkung der Sonnenstrahlen auf die mehr oder weniger dichte und mit Dünsten vermischte Luft bezogen, um zu zeigen, daß dieser schon

sehr

sehr kleine Unterschied selbst, nicht einmal ganz von dem Unterschiede in der Entfernung des Erdbodens herrührte.

§. 784.

Herr von Saussure betrachtet diesen Versuch aus einem andern Gesichtspunkte. „In dem Augenblicke (sagt er) wo die Wärme der Erde auf die Luftschichte die sie berührt, wirkt, erweitert sich diese Schichte, wird leichter, erhebt und vermischt sich mit den obern Schichten; sie wird durch eine andre die auf sie folgt, ersetzt, und so entstehen vertikale Ströme, welche, so zu sagen, die der Erde benachbarten Luftschichten zusammen mischen und umrühren. Und wenn man hierüber nachdenkt, wird man sehen, daß ein Unterschied von 1° bey 50 F. ohngeachtet dieser beständigen Mischung, noch sehr groß sey, weil, wenn dieser Unterschied in demselben Verhältnisse wüchse, der Gipfel eines mässig hohen, z. B. 3000 F. über seine Basis erhabenen Gebirges, wie unser Saleve über der See ist, um 60° kälter wäre als seine Basis, da er es in der That kaum um 10° ist. Wenn also der mittlere Unterschied zwischen zweyen 50 F. über einander befindlichen Thermometern, nur $\frac{1}{6}$ Grad wäre, so würde er völlig hinreichen, alle Phänomene zu erklären“ Diese Berechnung beweist zu viel, weil sie voraus setzt, daß die Sonnenstrahlen durchaus unfähig sind, Wärme in der Luft selbst zu erzeugen, welche sie also nur von dem Boden erhalten würde. Denn damit die Wärme von gleich dicker Schichte zu Schichte abnähme, wie sie sich durch einen ersten Abstand vom Boden von der ersten zur andern vermindern würde; müßte keine andre Ursache der Wärme diese Schichten afficiren, als das Durchlassen der Wärme des Bodens: welches nicht die Idee des Herrn von Saussure ist; weil er glaubt (wie wir oben gesehen haben) daß die Sonnen-

nenstrahlen gradezu Wärme in der Luft hervorbringen, und immer mehr erzeugen je dichter und mit Dünsten gemischter sie ist. Dieses allein nun bietet eine und vermuthlich die vorzüglichste Ursache dar, von der Abnahme der Wärme von unten nach oben in der Atmosphäre.

§. 785.

Herr von Sauſſure hat ferner auf eine Folge nicht geachtet, die ich aus den Versuchen des Herrn Pictet in Beziehung auf den Unterschied der Sonnenstrahlen und des Feuers gezogen habe. „Endlich ist ein sehr auffallendes Phänomen (sagte ich S. 575.) dieser Ueberschuß an Wärme, den der Erdboden durch die Sonnenstrahlen erhält. Hier ist die Wirkung größer als die mittelbare Ursache. Herr Pictet sagt mir nicht, welchen Grad sein Thermometer 5 F. über der Erde anzeigte, wenn das, welches davon bedeckt wurde, sich zu 45° erwärmte; ich kann aber nicht viel fehlen, wenn ich aus meinen eignen Beobachtungen schließe, daß dies etwa 28° war. Hier ist also ein Wirkungsmittel, das, indem es die Luft durchstreicht, hier nur eine Wärme von + 28° hervorbringt, in einer Entfernung von 5 F. von demselben Erdboden, wo es eine Wärme von + 45° erzeugt. Wirken auf diese Weise die unmittelbaren Ursachen? „Ich hatte diesen Unterschied ziemlich genau geschätzt, indem ich ihn auf 17° angegeben hatte: denn Herr von Sauſſure, dem die nähern Umstände dieser Beobachtungen bekannt waren, zeigt ihn auf 15 bis 20° an.“ Wenn wir an einem Orte (fuhr ich fort) durch das bloße Hinzulassen von Feuerfluidum denselben Grad der Wärme hervorbringen, welchen das Thermometer an einem andern Orte anzeigt, wo die Luft von den Sonnenstrahlen durchstrichen wird, so werden, wie auch die

Natur,

Natur, Form und Farbe der im ersten Orte befindlichen Substanzen beschaffen seyen, sie sich zu einerley Grade erhitzen. Dieses charakterisirt eine unmittelbare Ursache der Wärme. — — An dem andern Orte, wo die von den Sonnenstrahlen durchstrichene Luft das Thermometer auf demselben Grade erhält — werden wir statt dieser gleichen Temperatur diese Substanzen sich sehr verschieden erhitzen, und einige, so wie die Metalle, eine unerträgliche Wärme erlangen sehen. Dies charakterisirt im Gegentheil eine mittelbare Ursache; und daraus habe ich geschlossen: daß in diesen verschiedenen Substanzen etwas sey, welches verbunden mit den Sonnenstrahlen wirkt, um hier Wärme hervorzubringen, und sich nicht in allen in gleicher Menge befindet. Wenn aber alle diese Substanzen, die sich so verschieden durch die Sonnenstrahlen erwärmen, gegen ihre direkte Wirkung von einem undurchsichtigen Körper, der eben so groß wie sie ist, und ihnen Schatten macht, geschützt werden, so werden sie sich gleichstark erhitzen: hier ist von neuem eine unmittelbare Ursache; das in der Luft entwickelte Feuerfluidum setzt sich unter allen diesen Körpern ins Gleichgewicht.

§. 786.

Was die vertikalen Ströme betrift, durch welche, wie Herr von Saussure glaubt, die Wärme des Bodens in die Luft gebracht wird; so will ich hier nur sagen, daß ich bereits bey dem Regen (§. 600) diesen Gegenstand betrachtet habe: daß die Wirkung der Sonnenstrahlen auf das Verhältniß in der Dichtigkeit der mehr oder weniger hohen Luftschichten, allein darinn besteht, den Unterschied, der sich hierinne bey Tage findet, des Nachts zu vermindern. Die untern, von den obern gedrückten Schichten sind aus dieser Ursache dichter; aber

die

die Unterschiede in der Wärme haben auch auf die Verhältnisse dieser verschiedenern Dichtigkeiten zu verschiedenen Zeiten großen Einfluß. Ohne Zweifel wird also, der Unterschied, welcher hierinn zwischen den obern und untern Schichten Statt hätte, wenn sie von einerley Temperatur wären, in dem Maaße geringer, wie diese letzten wärmer als die ersten werden; weil sie dem Drucke stärker widerstehen: aber diese Wirkung ist niemals groß genug, um wirklich die natürliche Ordnung in den Unterschieden der Dichtigkeiten umzustoßen. Zwar kann die geringe Schichte, welche unmittelbar auf einem sehr erwärmten Erdboden ruhet, genug Wärme erlangen, um dünner zu werden, als die darauf folgende gleichdicke Schichte; aber so wenig auch diese erste sich dadurch erhebt, so verliert sie doch bald ihren Ueberschuß an Wärme in der Luftmasse; welches die Beobachtungen des Herrn Pictet durch den geringen Unterschied beweisen, der sich zwischen den Temperaturen auf 5 und 50 F. befindet, während der Tageszeit die für diesen Unterschied am günstigsten ist. Und alsdann weicht die mittlere Temperatur der Schichte von 50 F., welche auf dem Boden ruhet, nicht genug von der folgenden gleichdicken Schichte ab, um, in Betracht der Dichtigkeit der Luft, den Druck einer Luftschichte von 50 F. zu überwältigen, den die erste mehr als die letztre aussteht. Ich muß mich aber hierüber genauer einlassen, indem ich an einige andre Umstände bey diesen Versuchen erinnere, die ich bereits in meinem Werke über die Geologie erzählt habe.

§. 787.

Meine Gleichung für die Wärme bey dem Messen der Höhen durch das Barometer, welche die Wirkungen der durch diese Ursache veranlaßten Veränderungen in der Dichtigkeit der Luft corrigiren soll; ist einigermaßen unsicher,

unsicher, weil ein beständiges Gesetz in den Abnahmen der Wärme von unten nach oben fehlt. Diese Unsicherheit wird noch größer, wenn die Luft von den Sonnenstrahlen durchstrichen, und der Erdboden dadurch sehr erwärmt wird; wenn man nicht das Thermometer vor seinem Einflusse schützen kann, weil man fast immer neben dem Erdboden die Temperatur der Luft beobachtet, um über diejenige der zu messenden Schichte zu urtheilen. Ich zeigte diese Schwierigkeit an, indem ich die Gründe meiner Formel vortrug, und indem ich daran erinnerte, kündigte ich mit großem Vergnügen, in meinem Werke über die Geologie Versuche und Bemerkungen von Herrn Pictet an, welche sie vermindern sollten. „Indem er einsahe (sagte ich, wie ich von ihm S. 567. B. 5. redete) wie wichtig in der Physik die meteorologischen Phänomene wären, die man auflösen müßte, um die Messung der Höhen durch das Barometer zu vervollkommnen; hat er sich auf diesen Zweig von Versuchen gelegt, wo noch so vieles zu entdecken übrig ist. — Bey seinen zahlreichen Beobachtungen, die mit wahrem Untersuchungsgeiste angestellt sind, hatte er mit mir bedauert, daß, um die Temperatur der zu messenden Luftsäule zu erkennen, man nur an den beyden Barometerständen Thermometer-Beobachtungen haben könne; welches oft Irrthümer verursachen muß. Um sie wo möglich zu vermindern, suchte er, ob man nicht ein etwas beständiges Gesetz in der Abnahme der Wärme von unten nach oben finden könnte, oder irgend eine Tageszeit, wo ein beständigeres Gesetz herrschte; oder endlich irgend einen meteorologischen Umstand, welcher diese Beobachtungen begünstigte, indem er gleichförmiger die Wärme unter entfernteren Schichten vertheilte. Wenn man einen Begriff von solchen Untersuchungen fassen kann,

(setzte ich hinzu); so ist man berechtigt glücklichen Erfolg zu erwarten." — —

§. 738.

Da mir Herr Pictet die Form und allgemeinen Resultate seiner Versuche mitgetheilt hatte; so trug ich den ersten vor, und schrieb die Resultate folgendermaßen ab: „Des Morgens etwa 2 oder $2\frac{1}{2}$ Stunden nach Sonnenaufgange, sind die beyden Thermometer 5 und 50 F. über der Erde, merklich übereinstimmend. So wie die Sonne am Horizont aufsteigt, übertrift das (gegen die Sonne gewandte) Thermometer 5 F. über der Erde, das andre. Ihr gröster Unterschied hatte in dem heissesten Theile des Tages Statt, und geht zuweilen auf 2° von der Eintheilung in 80 Theilen, um welche das untre Thermometer höher ist als das obre. Wenn dies Maximum überschritten ist; so nähern sich die Thermometer einander, und holen sich einige Zeit vor Sonnenuntergange von neuem ein; gehen darauf wieder von einander, und das untre Thermometer fängt an niedriger zu stehen als das obre. Ihr Unterschied nimmt schnell zu, sobald die Sonne untergegangen ist, und geht bis 2° und oft noch weiter am Ende der Dämmerung — — Dieser Gang ist ohngefähr derselbe in den verschiedenen Jahrszeiten, und ohngeachtet der Winde und Wolken; obgleich er in den beyden letzten Fällen weniger regelmässig ist: nur an vollkommen und regelmässig trüben Tagen, bey einem heftigen Winde und dicken Nebel, stimmen die beyden Thermometer beynahe den ganzen Tag überein." Nach diesen Versuchen also, sind die nur 5 F. und die 50 F. von der Erde entfernte Luftschichte, von gleicher Temperatur während aller 24 Stunden, bey gleichförmig trüben Wetter, heftigen Winden und dicken Nebeln; und in allen andern Fällen zu jeder

Jahrs-

Jahrszeit, ist die Summe der Thermometerhöhen in einer während der 24 Stunden, gleich dieser Summe in der andern. Hieraus folgt, daß überhaupt die nur 5. F. von der Erde entfernte Luftschichte, nicht merklich größre Wärme leide, als die 50 F. entfernte.

§. 789.

Ich will hier die sehr scharfsinnigen Bemerkungen des Herrn Pictet nach jenen Beobachtungen, um die Anomalieen, die ich bey den meinigen über die Höhenmessungen durch das Barometer bemerken ließ, zu erklären, nicht wiederholen; welche Anomalieen sich in zwey bemerkten Punkten der 24 Stunden, bey Sonnenaufgange und in der heißesten Tageszeit befanden: ich muß aber an eine andre sehr merkwürdige Beobachtung von ihm erinnern. „Was ich nicht vermuthete (sagte ich S. 575) und diese Beobachtungen uns lehren, ist, daß wenn die Sonne untergegangen, und ihre Strahlen also aufhören auf die Atmosphäre zu wirken, in der Höhe von 50 F. keine weniger warme Luftschichte sey als die, welche unmittelbar auf dem Erdboden ruhet; obgleich dieser noch viele, von der Gegenwart der Sonne erlangte, Wärme behält. Ich hatte Gelegenheit dies letzte Phänomen, durch vor langer Zeit angestellte fortgesetzte Versuche über den Thau, zu beobachten; ich meyne, daß ich den großen Unterschied in der Wärme der Luft, welche unmittelbar auf der Erde ruhet, und der Erde selbst, wenn die Sonne untergegangen ist, erkannte: ich wußte aber diesen wichtigen Umstand nicht, daß in größrer Höhe die Luft mehr Wärme behält. Es ist also sehr deutlich, daß die untern Schichten der Atmosphäre den Ueberschuß an Wärme nicht von dem Erdboden erhalten, den sie in Vergleichung mit den obern besitzen.

§. 790.

Um diesen Schluß zu schwächen, schreibt Herr von Sauſſure diesem Phänomen eine besondre Ursache zu. „Es geschieht, (sagt er §. 935) weil der Thau, indem er auf die erwärmte Erde fällt, zum Theil verdunstet, und also die, dem Orte, wo sich diese Dünste bilden, benachbarte Luftschichte erfrischt. Aber (setzte er hinzu) eine genaue und entwickelte Erklärung dieses Faktums ist keine leichte Sache, und erfordert neue Beobachtungen und Untersuchungen, die sich Herr Pictet vorgenommen, und von denen man sich die wichtigsten Resultate zu versprechen hat.“ Ich gebe zu, daß dieser besondre Umstand schwer zu erklären sey, und erwarte mit Ungeduld, daß Herr Pictet alle seine Beobachtungen über diesen Gegenstand bekannt mache. Unterdessen aber fliest daraus a fortiori, daß die Wärme des Erdbodens nur einen geringen Einfluß in die Verhältnisse der Wärme der verschiedenen Schichten der Atmosphäre habe; weil sie nicht einmal die Wirkung einer größern zufälligen Ausdünstung übersteigt: wovon ich einen bestimmtern Beweis geben will.

§. 791.

Wie ich an einem Morgen auf einem mit sanftem Grase bewachsenen Platze bey einem meiner höchsten Standpunkte auf dem Gebirge von Saleve mich befand, so sahe ich hier Reif (gelée blanche) sich bilden. Das Gras war anfangs nur angefeuchtet; aber gegen Sonnenaufgang kühlte die Luft sich etwas ab, durch einen schwachen Ostwind, und nun wurde das Gras weiß; obgleich das Thermometer etwa nur um 1° gefallen war. Ueber dies Phänomen in Verwunderung, setzte ich die Kugel des Thermometers auf das Gras, und es fiel etwas

was unter ○; aber mitten im Grase stieg es wieder über diesen Punkt, und indem ich die Kugel in ein Loch in der Erde begrub, stieg es noch um einige Grade. In diesem Falle scheint es mir ausgemacht zu seyn, daß das Erkalten von etwas mehr als 1° an der Oberfläche des Grases, durch die Ausdünstung hervorgebracht wurde; es ist aber zugleich ein Beweis von dem geringen Einflusse der Temperatur des Bodens auf die der Luft, weil sie nicht im Stande war, den Reif auf dem Grase zu verhindern. Ich habe dies Phänomen ein andermal im verwichenen Herbste beobachtet, in dem kleinen Park von Windsor. Ich stand in diesem Augenblicke an meinem Fenster, die Sonne war noch nicht aufgegangen, die Luft sehr heiter, und es wehte ein schwacher Ostwind, das Gras war anfangs nicht weiß, und das erste Phänomen was ich beobachtete, war ein kleiner Nebel der es bedeckte. Bald darauf vermehrte sich dieser Nebel, sowohl im Parke als auf allen Wiesen hinlänglich, um einen allgemeinen Nebel zu bilden, und indem ich mich darauf darein verhüllt befand, entdeckte ich das Gras, welches die erleuchtete Oberfläche des kleinen Nebels mich zuvor nicht hatte wahrnehmen lassen: es war mit Reife bedeckt, welches bis zum Mittage dauerte, da der Nebel und Reif zu gleicher Zeit verschwanden.

§. 792.

Hier sind demnach verschiedene Thatsachen, welche unmittelbar die geringe Kraft beweisen, die der (obgleich von den Sonnenstrahlen erwärmte und einen Theil dieser Wärme des Nachts behaltende) Boden besitzt, um merklich zu dem Unterschiede in der Wärme der verschieden hohen Luftschichten beyzutragen; weil er auf die Schichte selbst die ihn berührt, so wenig ausübt. Wir werden zugleich in diesen Thatsachen die Ursache dies-

ses geringen Einflusses entdecken: denn nur durch seine Oberfläche ist der Boden mit der Luft in Verbindung; und diese Oberfläche wird unaufhörlich durch die Ausdünstung erkaltet; so daß die von den Sonnenstrahlen erzeugte Wärme sich nur innwendig anhäufen kann. Da nun das Feuer, welches die Dünste bildet, hier latent bleibt; so bringen sie mit sich in die Luft nur die Temperatur der erkalteten Oberfläche des Bodens, und nicht diejenige im Innern. Die Luft kann also nur auf einige Weite von dieser Ursache erwärmt werden; wenn die Sonnenstrahlen auf Felsen fallen, die auf den Gebirgen häufiger sind als in den Ebnen; oder auf trocknen Erdboden, welches nur besondre Fälle sind. Der allgemeine Satz also: „daß die Luft in den Ebnen nur deswegen wärmer ist, als auf den Gebirgen, weil der Boden ihr in den ersten mehr Wärme mittheilt, als auf den letzten;“ hat auch in den Thatsachen keinen Grund.

§. 793.

Unter den Beyspielen, die ich in meinem Werke über die Geologie von dem Unterschiede in der Wirkung der Sonnenstrahlen von Feuer gegeben habe, führte ich unsre Empfindungen an: „Welcher Unterschied (sagte ich S. 541) ist unter der Wirkung der Sonne auf uns selbst, und derjenigen, welche die Wärme, die von andern Ursachen herrührt, hervorbringt, obgleich bey einerley Thermometerhöhe!“ Dies können in der That alle, welche das Thermometer in freyer Luft zu beobachten Gelegenheit haben, bemerken; denn der Gang dieses Instruments zeigt nicht die verschiedenen Sensationen an, die man zu verschiedenen Zeiten in der Sonne empfindet. Herr von Sauſſure aber lehrt uns darüber merkwürdigere Thatsachen, als alles was ich beobachtet hatte. Indem

dem er erst (§. 1103) von einem Versuche von vier Bergbewohnern redet, den Gipfel des Mont-Blanc 1775 zu ersteigen, drückt er sich über die Ursache, die sie aufhielt, also aus: „diese vier Reisende überstiegen sehr leicht die ersten Hindernisse; sie verfolgten darauf ein großes Schneethal, das sie grade auf den Gipfel des Gebirges zu führen schien. Alles schien ihnen den glücklichsten Erfolg zu versprechen; sie hatten das schönste Wetter; sie trafen weder zu große Klüfte noch zu jähe Abhänge an. Aber das Zurückprallen der Sonne von dem Schnee und das Stagniren der Luft in diesem Thale, ließ sie, wie sie sagten, eine erstickende Hitze empfinden, und erweckte bey ihnen einen solchen Ekel gegen die Lebensmittel, womit sie sich versorgt hatten, daß sie aus Mangel an Nahrung und aus Mattigkeit gezwungen waren wieder umzukehren.“ — —

Indem er darauf von einem andern Versuche redet, den drey Bergbewohner 1783 machten, sagt er ferner (§. 1104): „Sie waren schon ziemlich hoch, und giengen muthig vorwärts, als einer von ihnen, der muthigste und stärkste, fast plötzlich von einer durchaus unwiderstehlichen Lust zum Schlafe ergriffen wurde: er wollte daß die andern ihn zurückließen, und allein weiter giengen; sie konnten sich aber nicht entschließen, ihn zu verlassen, und auf dem Schnee schlafen zu lassen, überzeugt daß er von einem Sonnenstiche sterben würde; sie gaben ihr Vorhaben auf, und stiegen nach Chamouni zurück. Denn diese Begierde zum Schlafe, welche die verdünnte Luft verursachte, hörte auf, sobald man ihn, im Herabsteigen, in eine dickere Atmosphäre gebracht hatte. Es ist sehr wahrscheinlich, daß, wenn auch dieser Schlaf diese braven Leute nicht aufgehalten hätte, sie doch nicht den Gipfel des Gebirges hätten ersteigen können; denn

ob sie gleich sehr hoch waren, so hatten sie doch in der That noch einen großen Weg zu machen, um dahin zu gelangen; die Hitze war ihnen unerträglich lästig, eine in dieser Höhe erstaunende Sache; sie hatten keine Lust zum Essen; Wein und Lebensmittel die sie bey sich führten, hatten keinen Reitz für sie."

§. 794.

Als man die Nachricht von diesem letzten Versuche erfuhr, der von denselben Umständen über die Ursache seines geringen Erfolges begleitet war; so bedauerte ich sehr, daß die Reisenden kein wirkliches Thermometer mit sich genommen, und man also von der Wärme nichts weiter als durch ihre Empfindung wußte. Denn ich war überzeugt, das diese Wärme von der sie redeten, nur ein physiologisches Phänomen war, und ich erklärte es so einigen Bekannten, welche hier zu sehen glaubten, daß die Sonnenstrahlen diese, obgleich so dünne und reine Luft, wirklich erwärmt hätten. Man konnte kein Zurückprallen der Wärme vom Schnee annehmen, ob er gleich die Sonnenstrahlen reflektirt: es war also nicht derselbe Fall, wie die wirkliche Wärme der Luft, die man neben Felsen empfindet, wenn die Sonnenstrahlen sie einige Zeit beschienen haben. Ich vermuthete also schon damals, daß dies kein Zeichen von großer Wärme in der Luft sey, und meine Vermuthung wurde durch die Reise, welche Herr von Saussure einige Zeit hernach auf dasselbe Gebirge anstellte, bestätiget. Er sagt darüber §. 1124. folgendes: „Ein sehr merkwürdiges Phänomen, und was diesen hohen Gegenden eigen zu seyn scheint, ist die große Empfindsamkeit belebter Körper gegen die direkte Wirkung der Sonnenstrahlen. Wir haben im vorigen Kapitel gesehen, daß das unübersteiglichste Hinderniß, welches diejenigen, die den Gi-

pfel

pfel des Mont-Blank zu ersteigen suchten, antrafen, immer die Sonnenwärme war. Ich war geneigt, eine so sonderbare Behauptung zu bezweifeln, die den angenommenen Ideen über die Kälte dieser hohen Gegenden so sehr widersprach, wenn der Bericht dieser Leute nicht einstimmig gewesen wäre, wenn er nicht alle Zeichen von Wahrheit gehabt, und wenn ich nicht selbst endlich dieses Gefühl empfunden hätte. Während dieser Stunde, die wir etwa in der Höhe von 1900 Toisen über das Meer zubrachten, war uns die Sonne so lästig, daß es uns unerträglich schien, wenn ihre Strahlen grade auf einen Theil unsers Körpers stießen. Da ich mich bey Beobachtung des Elektrometers meines Sonnenschirmes nicht bedienen konnte; so nahm ihn Herr Bourrit der Sohn, der sich neben dem Führer der ihn trug befand, und stellte sich in seinen Schatten; wie meine Beobachtung geendigt war, suchte ich seiner zu entbehren, so lange ich das Barometer zu rechte machte; ich konnte es aber nicht aushalten, und mußte ihn wieder nehmen, und Herr Bourrit mußte sich neben seinem Vater niedersetzen, um mit ihm zu gleicher Zeit in dem Schatten des Seinigen zu seyn. Indessen machten diese unserm Körper unerträglichen Strahlen auf die Kugel des Thermometers nur eine Wirkung von 2°; dies Instrument zeigte im Schatten + 2, 5 und in der Sonne + 4, 7 *)."

*) Den dritten August 1787. hat Herr von Saussure in Gesellschaft von 19 Personen den Mont-Blank erstiegen. Das Barom. stand 16 Z. $\frac{1}{1}\frac{4}{6}\frac{4}{0}$ Lin. Hiernach rechnet er die Höhe auf 2450 Toisen: Ein Quekfilber-Thermometer mit isolirter Kugel in der Sonne — 1, 3 im Schatten — 2, 3; mit schwarz gefärbter Kugel + 1,

§. 795.

Dies sind schon an sich hinlänglich neue und wichtige Beobachtungen, daß es der Mühe werth ist, alle Ideen die sie erregen könnten, zu untersuchen; denn nur durch aufmerksame und vereinigte Prüfung der Physiker kann man hoffen, das, was sie als das wahrscheinlichste darbieten, festzusetzen. Ich will also zuerst anmerken, daß ich nach den Versuchen, die ich mit dem, den Sonnenstrahlen ausgesetzten Quecksilberthermometer mit isolirter Kugel angestellt, und oben (§. 783) angeführt habe; nicht sagen würde: „daß diese Strahlen auf die Kugel des Thermometers eine Wirkung machten, die 2° $\frac{1}{5}$ gleich war;“ weil ich glaube, daß sie hier gar keine merkliche Wirkung hervorbrachten. Denn warum machten sie nicht an einem Orte, wo diese Strahlen merklich mehr Intensität hatten als auf der Ebne, das Thermometer wenigstens um eben so viel steigen als auf dieser? Hätten sie hier nicht schneller Zunder angezündet? (§. 774) Wie ich glaube, bestehen diese Phänomene in folgendem: Das Thermometer zeigte nur die Temperatur der Luft, es sey in der Sonne oder im Schatten. Die Sonnenstrahlen brachten weniger Wärme in dieser dünnen und reinen Luft hervor, als in der Luft in den Ebnen, weil sie hier weniger Feuer und weniger fähige Materie dasselbe zu erzeugen antrafen: dies ist der vorzüglichste Grund, weswegen das Thermometer hier niedriger stand; wozu noch ohne Zweifel die Wirkung des Schnees kam. Diese Strahlen

+ 1, 9: das Hygrom. in der Sonne 44; im Schatten 51: das Wasser siedete bey 68° 0,993 Lin. S. Journ. de physique Octob. 87. p. 317.

len brachten inzwischen, indem sie die Luft durchstrichen, genug Wärme hervor, daß ein Unterschied von 2° $\frac{1}{5}$ unter dem Thermometer-Angaben, in der Luft die sie durchstrichen, und in der wo der Sonnenschirm Schatten machte, statt hatte. Was die andern zu gleicher Zeit der Sonne ausgesetzten Körper betrift, so konnten sie ihrer Natur nach, mehr Wärme erlangen als die Luft, und sogar noch andre besondre Wirkungen der Wärme aushalten.

§. 796.

Diese Thermometerbeobachtungen ließen auch Herrn von Saussure begreifen, daß die von seinen Vorgängern und ihm erlittene unerträgliche Hitze, ein physiologisches Phänomen sey, aber unter folgendem Gesichtspunkte: (§. 1124) „Warum werden, sagt er, unsre Körper in dieser Höhe so stark von den Sonnenstrahlen afficirt? Ich wüßte zu keiner andern Ursache meine Zuflucht zu nehmen, als die ich im 1ten Band §. 561. angeführt habe; und wodurch ich von der Geschwindigkeit Rechenschaft zu geben suchte, mit der die Kräfte sich erschöpfen und ersetzen, von dem Schlagen der Arterien und von einigen andern Empfindungen, welche verschiedene Personen in verdünnter Luft ausstehen. Je mehr ich über diesen Gegenstand nachgedacht, desto mehr bin ich überzeugt, daß eine beträchtliche Verminderung in dem Drucke, den das Gewicht der äußern Luft auf unsern Körper ausübt, ein merkliches Erschlaffen in dem ganzen System der Gefäße hervorbringen muß; woraus folgt, daß die direkte Sonnenwärme, welche die in diesen Gefäßen eingeschlossenen Flüssigkeiten auszudehnen, und sogar die elastischen Fluida daraus zu entwickeln sucht, eine weit stärkere Wirkung auf hohen Gebirgen äußern müsse. Wir sehen Wasser kochen,

chen, wir sehen die Luft sich aus dem Blute entwickeln, und dasselbe unter dem Recipienten einer Luftpumpe aufschwellen, sogar lange vorher, ehe die Luft gänzlich ausgezogen ist, und bey einem weit niedrigern Grade der Wärme als nöthig gewesen wäre, um dieselben Wirkungen, wenn diese Flüssigkeiten dem Drucke der Atmosphäre ausgesetzt gewesen wären, hervorzubringen. Wenn man sich also auf eine solche Höhe erhebt, daß dieser Druck mehr als um ein Drittheil des in der Ebne vermindert ist, ist es dann nicht offenbar, daß diese Verminderung nothwendig auf unsre Organe wirken müsse, unsre Flüssigkeiten einer größern Ausdehnung fähig mache, und also die Wirkungen der Wärme auf unsern Körper vermehre?“

§. 797.

Es scheint also, daß Herr von Saussure, da er gradezu beobachtet hatte, daß die wirkliche Wärme der Luft an dem Orte, wo er die beschriebene Sensation empfand, nur + 4, 7 war, zu erklären sucht, wie dieser geringe Grad von Wärme dem Körper unerträglich werden könne. Es wäre also noch ein andrer Versuch zu machen, wenn jemand dieselbe Reise unternähme, über dessen Resultat ich eben so wenig Zweifel hege, als ich darüber hatte, was das Thermometer anzeigen würde, wenn man es hier beobachtete: dies wäre, sich in den Schatten eines Felsens oder kleinen Berges von Eise zu begeben, und hier Feuer anzuzünden. Ich bin, sage ich, überzeugt, daß man hier eine angenehme Empfindung fühlen wird (statt einer schmerzhaften Empfindung) durch eine wirkliche um 5 bis 6° größre Wärme als die, bey der unsre Reisenden soviel in der Sonne gelitten haben: und ich vermuthe es nicht nur nach meinem System, denn ich weiß aus der Erfahrung,

daß

daß es sehr angenehm sey, in diesen Höhen neben dem Feuer sich zu befinden, sobald man im Schatten ist, und der Schatten vermehrt doch nicht den Druck der Luft.

§. 798.

Da ich die Bergbewohner selbst, durch ihr eignes Gefühl, diese unerträgliche Hitze bezeugen sahe, welche die Herrn von Saussure und Bourrit ausstanden; so muß ich dies Phänomen von denjenigen unterscheiden, welchen Herr von Saussure einerley Ursache zuschreibt, nämlich: „die Schnelligkeit mit der sich die Kräfte erschöpfen und ersetzen, das Schlagen der Arterien und einige andre Empfindungen, welche verschiedene Leute in der verdünnten Luft fühlen.“ In der That sind diese Gefühle nicht allen, welche hohe Gebirge besuchen, gemein, und die Bergbewohner z. B. welche man hier Wärme leiden sieht, empfinden sie nicht: dieses ist ihnen aber nicht besonders eigen; denn bey Gelegenheit einer Reise auf den Bunt, beschrieben die Herrn von Saussure und Bourrit diese schmerzhaften Wirkungen, und mein Bruder und ich waren schon zweymal daselbst gewesen, ohne etwas ähnliches empfunden zu haben. Diese Wirkungen der verdünnten Luft hängen also von der Verschiedenheit der Leibesbeschaffenheit ab; und um davon einen mir am besten bekannten Beweis zu geben, will ich anführen, daß mein Bruder, einer meiner Vettern, einer meiner Söhne und ich, statt oben auf den Gebirgen dergleichen zu empfinden, vielmehr alle unsre Verrichtungen und insbesondre das Gehen immer leichter, sogar angenehmer fanden, je mehr wir uns erhoben. Diesem schreibe ich vorzüglich den unwiderstehlichen Reiz zu, welchen für die Gemsenjäger dieses dem Anschein nach so mühsame Leben hat; denn sie werden dazu durch kein andres sinnliches Vergnügen bewogen,

und es ist ihnen von sehr geringem Nutzen; sie begnügen sich aber auf diesen Gebirgen mit wenigem, weil sie sich hier glücklich fühlen.

§. 799.

Was das außerordentliche Gefühl von Wärme betrift, welches die Bergbewohner so wie die Herrn von Saussure und Bourrit auf dem Mont-Blanc empfanden; so läßt mich dieser Umstand glauben, daß ein jeder es empfunden hätte, und daß es von irgend einer Wirkung der Sonnenstrahlen auf den menschlichen Körper, an diesem Orte und in diesem Augenblicke herrührte. Welcher Umstand aber gab den Sonnenstrahlen diese Kraft? Dies sehe ich nicht ein. Eine dünnere und reinere Luft verstattet ohne Zweifel den Sonnenstrahlen einen leichtern Durchgang: dies scheint mir aber noch nicht hinreichend, um das Phänomen zu erklären; weil mich dünkt, wenn dies der Fall wäre, man es in geringern Höhen zu bemerken anfangen müßte. Der Cramont ist z. B. schon 1400 Toisen über die Meeresfläche erhaben; als Herr von Saussure hier seine Versuche, von denen ich oben redete, anstellte, war die Luft hier sehr rein, und das Thermometer stand + 5°: inzwischen empfand er hier dies Gefühl von Wärme nicht. Der Buet ist 1560 Toisen über derselben Fläche erhoben; als mein Bruder und ich hier 1772 waren, war die Luft sehr heiter, und das Thermometer stand + 6°: anstatt eines ähnlichen Gefühls, empfanden wir hier Kälte. Könnte man also bloß einer Vermehrung von 340 Toisen in der Höhe, eine so schnelle Veränderung in der Wirkung zuschreiben, daß man bey 4,7 des Therm. eine übertriebene Hitze empfand, und einer von den Reisenden von einer unüberwindlichen Schläfrigkeit ergriffen wurde? Es scheint mir weit natürlicher

zu

zu glauben, daß diese außerordentlichen Wirkungen der Sonnenstrahlen von irgend einem lokalen Umstande herrührten, der vielleicht von der ungeheuren Schneefläche, welche die Reisenden umgab, abhieng. Was die alsdann von den Sonnenstrahlen auf ihren Körper ausgeübte Kraft betrift, so könnte es sehr wohl nicht die seyn, hier Vermehrung in der wirklichen Wärme hervorzubringen: denn gleiche Empfindungen können von sehr verschiedenen mittelbaren Ursachen herrühren; obgleich ohne Zweifel das Organ, was sie leidet, auf dieselbe Weise modificirt wird. Endlich sind die Sonnenstiche noch ein Beweis, daß die Sonnenstrahlen auf unsern Körper, auf eine, von der Wärme selbst sehr verschiedne Weise wirken. Zwey von unsern Bergbewohnern fürchteten diesen Zufall für ihren Gefährten, wenn er auf dem Schnee einschliefe; er ereignet sich auf den Ebnen wie auf den Gebirgen, und denoch bringt ihn eine große Wärme nicht hervor.

§. 800.

Herr von Sauffure hat meinem System über die Natur der Sonnenstrahlen noch eine andre Klasse von Phänomenen entgegensetzt. „Der Einfluß der Oberfläche des Erdbodens auf die Temperatur der Oerter (sagt er §. 934) beweist sehr stark, daß von dem Zurückprallen und der Mittheilung der Wärme von dieser Oberfläche, größtentheils die Wärme auf den Ebnen herrührt. Warum genießen unter der heißen Zone die kleinen Inseln, immer einer erträglichen Temperatur, da mitten in festen Ländern unter denselben Breiten die stärkste Hitze herrscht; wenn es nicht deswegen geschieht, weil das Meer weniger Wärme von der Sonne empfängt, und in die Luft schickt, als die Erde? Warum ist die Luft in den nördlichen Ländern milder, seitdem sie

von

von Ackerbautreibenden Völkern bewohnt werden; wenn es nicht deswegen geschieht, weil das angebauete Land mehr Wärme empfängt und wieder giebt, als die Wälder? Warum empfindet man im Süden von Europa eine beträchtliche Vermehrung der Wärme in der Zeit, die gleich auf die Erndte folgt; wenn es nicht darum geschieht, weil das Korn nicht so viele Wärme anzunehmen, und in die Luft zurückzuwerfen fähig ist, als die Erde? Ich schließe aber dies Aufzählen, was man leicht verlängern könnte, und ich erstaune sogar einen solchen Physiker wie Herr de Luc an so bekannte Thatsachen erinnern zu müssen, und welche jedoch auf eine offenbare Weise den Satz, den er umstoßen wollte, darthun."

§. 801.

Ich hatte schon zum voraus in meinem ersten Bande auf diese Fragen des Herrn von Saussure geantwortet; da ich zu gleicher Zeit dem Einwurfe, den er daraus zieht, begegnete, indem ich mein System, mit denselben Thatsachen, die er ihm hier entgegenstellt, unterstützte. Ueber diese Klasse von Thatsachen sagte ich §. 133. folgendes. „Unter den Phänomenen, welche am meisten dazu beytragen, festzusetzen; daß die von den Sonnenstrahlen erzeugte Wärme nicht von ihnen selbst herrühre, d. h. daß sie nicht das Feuer sind; befinden sich die sehr häufigen Unterschiede in der Wärme an demselben Orte, zu derselben Jahrszeit, und an verschiedenen Orten in denselben Breiten: welche Unterschiede nicht vorhanden seyn könnten, wenn die Sonnenstrahlen unmittelbar Wärme erzeugten. Sobald aber das Licht kein Feuer ist, obgleich das Feuer dasselbe enthält; sobald es um Feuer zu werden, sich mit irgend einer andern Substanz verbinden muß; so sieht man, warum ein allgemeines Verhältniß der Wärme mit den Jahrszeiten

zeiten und Breiten herrsche, ohne daß dennoch dies Verhältniß auch nur beinahe regelmäßig sey. Denn die Intensität der Wärme hängt auch noch von der Menge einer gewissen Substanz ab, mit der die Sonnenstrahlen sich verbinden müssen, um Feuer hervorzubringen, welche Menge an demselben Orte abwechselnd, und an verschiedenen Orten in derselben Breite, wegen der Unterschiede des Bodens, beständig verschieden seyn kann."

§. 802.

Auf diese Art betrachtete ich also die Thatsachen, auf welche ich, wie Herr von Saussure glaubt, keine Rücksicht genommen hätte. Wenn die Sonnenstrahlen Feuer wären, so würde keiner von den Unterschieden, wovon er redet, merklich existiren; ausgenommen der, der kleinen Inseln, von festem Lande in der heißen Zone; weil das oft bewegte Wasser sich mehrern Feuers bemächtigt als der Erdboden, da es dasselbe auf eine größre Tiefe durchläßt, und auch mehr in den wässrigen Dünsten gefangen nimmt: welches eine Ausnahme von der allgemeinen Regel veranlaßt. Wenn man also diese Phänomene von einer größern Verschluckung des Feuers und diejenigen, so von der Verdünstung abhängen, bey Seite setzt, welche Phänomene unmittelbar unter meine Theorie gehen; so will ich im Allgemeinen bemerken: daß, wenn die Sonnenstrahlen das Feuer selbst wären, sie immer in in gleichem Grade zu derselben Jahrszeit den Erdboden derselben Oerter, die Luft in jeder Höhe und die verschiedenen Oerter von derselben Breite, erwärmen würden; weil das würkliche Feuer, die unmittelbare Ursache der Wärme, alle Körper und die benachbarten Mittel im Verhältniß seines Ueberflusses erwärmt. Da nun die von den Sonnenstrahlen erzeugte Wärme, keinem regelmässigen Gesetze in Ver-

gleichung mit ihrer Intensität folgt, so bringen sie dieselbe nicht unmittelbar hervor. So wie also die lokale Menge vom Feuer diejenige in den wässrigen Dünsten nicht allein bestimmt, weil diese auch von der Menge des Wassers abhängt; eben so bestimmen die verschiedenen Intensitäten der Sonnenstrahlen nicht die Mengen von Feuer, weil diese auch von denen der Feuermaterie abhängen. Die verschiedenen Erdböden in derselben Breite und die verschiedenen Beschaffenheiten der Luft an denselben Oertern, können nun hiebey große Unterschiede veranlassen.

§. 803.

Wenn man einmal dahin gelangt, die merkbaren Umstände zu bestimmen, welche diese beyden Klassen von Ungleichheiten zwischen den Intensitäten der Sonnenstrahlen und der Wärme verursachen; so wird daraus vielleicht ein Mittel sich ergeben, das, was die Feuermaterie an sich selbst ist, zu entdecken. Herr Kirwan bahnt diesen Weg um eine dieser Klassen festzusetzen, in einem Werke über die Schätzung der Temperatur in verschiedenen Breiten, wozu mir der Plan sehr wohl ausgedacht zu seyn scheint. Er sucht zuerst nach der Summe von Beobachtungen die mittlere Temperatur der verschiedenen Breiten, von Grade zu Grade im atlantischen und stillen Meere, zu bestimmen; indem er mit Recht glaubt, daß eine horizontale Oberfläche, die überall von gleicher Natur ist, weniger Ausnahmen als die Oberfläche der festen Länder in dem Gange der allgemeinen Ursachen hervorbringen müsse: und er hat mit diesen Temperaturen als fixen Grenzen, welche den natürlichen Gang der Wärme vorstellen, die mittleren Temperaturen von vielen Oertern, wo man Beobachtungen gemacht hat, verglichen. Dieses schon durch

eine

eine große Anzahl von zerstreueten Thatsachen, die Herr Kirwan hier gesammelt hat, sehr nützliche Werk, ist auch ein gut abgefaßter Entwurf, der zu Beobachtungen aufmuntern kann, und sie aufzunehmen bereit ist.

§. 804.

Da mich, das Kapitel in dem Werke des Herrn von Saussure, welches ich so eben geprüft habe, darauf geleitet hat, von neuem den wichtigen Gegenstand der comparativen Phänomene des Lichts und des Feuers, abzuhandeln; so habe ich die Kürze, mit der ich es im 1ten Bande gethan, dadurch ersetzt. Vorzüglich bin ich aber auf mehrere Genauigkeit bey dieser neuen Prüfung, sowohl durch die Einwürfe des Herrn von Saussure gebracht, als durch die vielen neuen und bestimmten Thatsachen, die er gesammelt hat. Ich glaube also nunmehr diese in der Meteorologie wichtigen Sätze gegründet zu haben: „daß das Licht kein Feuer sey, aber einen Theil desselben ausmache, und daß es dasselbe in unsrer Atmosphäre so wie in allen Körpern die es verschlucken, bilde, indem es sich mit einer andern Substanz verbindet: daß insbesondre in Rücksicht der Atmosphäre das Licht mehr Feuer in ihren verschiedenen Schichten hervorbringt, je nachdem sie dichter und mehr mit Dünsten vermischt sind; woraus vorzüglich die geringe Wärme entspringt, welche in den obern Schichten in Vergleichung mit den untern herrscht.“ Ich will nun aus diesen Sätzen einige Vermuthungen, über die Verwandlung der Dünste in der Atmosphäre, herleiten.

Sechster Abschnitt.

Meteorologische Muthmassungen über die Modifikationen der Sonnenstrahlen in der Atmosphäre.

§. 805.

Um die Ausführlichkeit, in die ich mich in den vorigen Abschnitten, über die Verhältnisse des Lichts zum Feuer und ihre Modifikationen in der Atmosphäre, eingelassen habe, zu berechtigen, hatte ich §. 742 angemerkt: „daß alle große meteorologische Phänomene, die in gleichem Grade dunkel wären, wahrscheinlich durch ein unbekanntes Band unter sich zusammen hiengen; und daß das Licht einen großen Antheil an diesem Bande zu haben scheint; wäre es auch nur, weil die Substanz, welche mit ihm in der Atmosphäre das Feuer erzeugt, sich hier in Verbindung mit irgend einem atmosphärischen Fluidum befinden muß, und diese Verbindung nicht aufhören kann, ohne daß daraus wichtige Veränderungen, außer der Bildung des Feuers, erfolgten.“ Es war also natürlich nichts zu vernachlässigen, um einen Satz, dessen allgemeine Folge so wichtig war, zu gründen. Indem ich aber diesem ersten Gegenstande entsprach, so habe ich noch ein Beyspiel von der Folgerung selbst in der Summe von Phänomenen der Luftwärme vorbereitet, nach denen es scheint; daß nicht sowohl einer größern Dichtigkeit der Luft, als vielmehr einer größern Beymischung von Wasserdünsten die größre Wärme zuzuschreiben sey, welche die Sonnenstrahlen in den untern Theilen der Atmosphäre hervorbringen. Denn wenn wir zu gleicher Zeit betrachten, daß zu der Tageszeit, da die Sonnenstrahlen die meiste Wärme in den untern Luftschichten hervorbringen, die wässrigen Dünste hier abnehmen, ohne jedoch die obern Gegenden zu erreichen;

so

so wird man daraus natürlich schließen müssen, daß diese beyden Wirkungen mit einander verbunden sind. Es wären also auch die Sonnenstrahlen, welche die Verwandlung der Wasserdünste in Luft bewirkten. Und da sich in diesem Falle genug Feuer bilden muß, damit die neue Luft das, was zu ihrer Existenz nöthig ist, erhalte, und hier zugleich eine Vermehrung in der Menge des freyen Feuers Statt hat, so würde daraus ferner folgen, daß das Wasser, welches alsdann verschwindet, die Feuermaterie enthalte. Folgendes andre Phänomen scheint auf denselben Schluß zu führen.

§. 806.

Unter den Versuchen, welche D. Priestley mir vor ihrer Bekanntmachung gefälligst mitgetheilt hat, und die mich ein nahes Fortrücken in der Meteorologie hoffen ließen, befand sich auch der von Erzeugung der Luft im Wasser durch das Licht. Er hatte mir zwey gleich große Recipienten gezeigt, die zuerst mit gleich vielem Wasser angefüllt waren, und wovon der eine den Sonnenstrahlen in seinem Fenster ausgesetzt, der andre dagegen geschützt war. Es hatte sich oben in dem ersten Recipienten sehr viele Luft gesammelt, und wenn man das Wasser schüttelte, zeigte sich in seiner ganzen Masse eine Menge kleiner Luftblasen, und nichts ähnliches hatte bey dem in Schatten gehaltenen Recipienten Statt, ob er gleich denselben Grad von Wärme ausstand. Nach meinem System und den Ideen verschiedener berühmter Physiker, kann sich keine Luft bilden, daß nicht das Feuer dabey als Bestandtheil mitwirke. Geschieht hier also eine wirkliche Lufterzeugung, wie man wohl nicht zweifeln kann; so müßten die Sonnenstrahlen in dem Wasser zuerst Feuer bilden. Das Feuer selbst aber bildet nur Wasserdünste, wenn es

unmittelbar auf das Wasser wirkt. Wenn also die analytische Vergleichung einigen Grund hat, die ich oben zwischen den wässrigen Dünsten und der atmosphärischen Luft angestellt habe, woraus folgte, daß einer ihrer wesentlichen Unterschiede darinn bestehe, daß die atmosphärische Luft den Grundstof der Salpetersäure enthalte (§. 738.); wäre es dann nicht das Licht, welches, bey Hervorbringung des Feuers mit einem von den Bestandtheilen des Wassers, auch die Substanz erzeugt, die diese Säure wesentlich ausmacht?

§. 807.

Alles ist bey einer Menge von Operationen in der Natur noch Finsterniß, und bis jetzt werde ich nur das Licht gewahr, das uns hier Tag werden zu sehen hoffen ließe. Es ist daher der Mühe werth, so entfernt auch seine bekannten Phänomene, von denen wo seine Funktionen noch dunkler sind, seyn mögen, die Stellen anzuzeigen, durch welche sie sich nähern zu wollen scheinen. Ich will also noch einen andern Versuch des D. Priestley erzählen, dessen vorzüglichste Resultate ich gleichfalls in seinem Laboratorium gesehen habe. Herr Kirwan hatte bemerkt, daß, wenn seiner Farbe beraubter Salpetergeist den Sonnenstrahlen ausgesetzt wurde, er seine Farbe wieder annahm, wenn er in kleinen Flaschen enthalten, in denen oben ein freyer Raum war: nach diesen ersten Beobachtungen stellte D. Priestley die Versuche an, von denen ich rede. Er that Salpetergeist ohne Farbe in Glasröhren, wo er einen mit Luft angefüllten Raum ließ, und die er versiegelte; darauf setzte er einige dieser Röhren den Sonnenstrahlen und andre der Wärme eines Sandbades aus; der Salpetergeist färbte sich nur in den erstern. Da er nun wissen wollte, ob die in dieser Röhre über der Flüssigkeit gelas-

sene

sene Luft die Ursache des Phänomens sey; so trieb er die Luft aus einigen Röhren aus, und ließ hier also den Salpetergeist im Vakuum: er färbte sich hier, wie in den Röhren wo die Luft geblieben war, und folgendes war der Gang des Phänomens. Die gelbe Farbe zeigte sich zuerst in dem Raume, er mochte leer oder mit Luft angefüllt seyn, indem sich die Dämpfe des Salpetergeistes erhoben: bald darauf theilte sich diese Farbe dem obern Theile der Flüssigkeit mit; hernach erstreckte sie sich almählig bis auf den Boden. Die Sonnenstrahlen übten also auf die Dämpfe einer Flüssigkeit eine Kraft aus, die sie auf die Flüssigkeit selbst nicht hatten. Dies war der Schluß aus diesen Phänomenen, der mir sogleich auffiel, weil er auf die Entdeckung irgend einer wichtigen Funktion der Sonnenstrahlen in der Atmosphäre leiten konnte.

§. 808.

Man nennt Phlogistisirung die Veränderung, welche dem farbelosen Salpetergeist widerfährt, wenn er gelb wird. Was aber auch diese Benennung für Grund habe; so ist die Wirkung an sich selbst wichtig, weil in den Wirkungen, welche diese beyden Gattungen von Salpetergeist hervorbringen, wesentliche Unterschiede sind. Es möchte also anfangs scheinen, daß diese Versuche des D. Priestley, mit denen der Herrn Scheele und Sennebier übereinstimmen, in welche die Sonnenstrahlen einigen Substanzen den Bestandtheil, den man Phlogiston nennt, mitzutheilen schienen. Da aber D. Priestley dieselben Versuche mit Salzgeiste und einigen andern Säuren wiederholte; so bemerkte er hier gar keine Veränderung: und Herr Sennebier selbst hat nach einigen seiner Versuche vermuthet, daß, obgleich die Sonnenstrahlen zuweilen als Phlogiston zu wirken

scheinen, sie gar wohl keine andre Wirkung haben könnten, als dasselbe von gewissen Substanzen zu entbinden. Ich übergehe was die Frage über das Phlogiston anbetrift, und halte mich nur bey diesem Faktum auf; nämlich daß bey obigen Versuchen die Sonnenstrahlen auf die Salpetersäure eine merkwürdige Wirkung hervorbrachten, die sie auf die andern Säuren nicht äußerten. Indem ich diese Bemerkung mache, um sie derjenigen zu nähern, womit ich den §. 806 endigte, wo von dem Unterschiede in der Wirkung der Sonnenstrahlen und des Feuers auf das Wasser die Rede war; so gestehe ich, daß ich hier selbst fast kein andres Verhältniß finde, als bey den Wörtern Sonnenstrahlen und Salpetersäure. Aber seit den Versuchen des Herrn Cavendish, verbunden mit der Bemerkung des D. Priestley über die Wichtigkeit dieser Säure in der Natur, seitdem alles den mannigfaltigen Gebrauch der Sonnenstrahlen ankündiget; halte ich es nicht für unnütz auch solche Näherungen zu machen.

§. 809.

Es schien mir bereits, nach vielen Versuchen der Herrn Scheele, Priestley, Sennebier und Ingenhoutz, daß, indem man das Licht nur als Ursache der Hellheit, und unbestimmt als eine Ursache der Wärme betrachtet, man eines der wichtigsten Wirkungsmittel der Phänomene auf unsrer Erde verkannt habe: es schien mir auch aus meinen Beobachtungen, daß, wenn man dies Fluidum als eine unmittelbare Ursache der Wärme ansieht, man sich einen Weg versperre, der am gradesten zu irgend einer Entdeckung in der Meteorologie führen könnte; und nach diesen Ideen drückte ich mich S. 547. des 5ten Bandes meines Werks über die Geologie also aus: „Ich glaube nach einer Menge von

Phä-

Phänomenen, daß die Sonnenstrahlen, Bündel von Wirkungsmitteln sind, wenn ich mich so ausdrücken darf; d. h. daß sie in unserm Sonnensystem sehr besondre Wirkungen hervorbringen.“ Die Idee von Bündeln entstand aus den verschieden färbenden Strahlen, die sich durch das Prisma in dem zartesten Lichtstrahle offenbaren; welcher Umstand mich auf den Gedanken brachte, daß, weil diese unterschiedenen Strahlen das Gesichtsorgan verschieden afficirten, und sie von unterschiedenen Körpern verschieden verschluckt würden, sie verschiedene chemische Eigenschaften besitzen könnten, die, unabhängig von denen des vollständigen Lichts, in der Atmosphäre und den irdischen Körpern sehr wichtig seyn möchten. Es scheint mir also wesentlich zu seyn, den Gang der Sonnenstrahlen in allen Phänomenen, die sich damit verbinden könnten, auf direkte oder indirekte Weise zu verfolgen; daher ich noch einige Bemerkungen über die atmosphärische Elektricität machen will.

Siebentes Kapitel.

Bemerkungen über die atmosphärische Elektricität.

Erster Abschnitt.

Nähere Betrachtungen der Elektrometer.

§. 810.

Jede Substanz, welche in irgend einer von ihren Modifikationen Licht entweichen läßt, muß es nothwendig enthalten. Nach diesem Grundsatze habe ich dem Licht einen wesentlichen Antheil an der Existenz des elektrischen Fluidums zugeschrieben, so wie an der des Feuers. Aber welches sind die Substanzen, die mit dem Licht diese beyden Flüssigkeiten bilden? Dies ist eine sehr wichtige aufzulösende Frage; denn mich dünkt, daß alle meteorologischen Phänomene mehr oder weniger damit verbunden sind. Nach den Modifikationen des elektrischen Fluidums bey unsern Versuchen, hatte ich vermuthet, daß dies Fluidum sich beständig zusammensetzte, und zersetzte, so wie die wässrigen Dünste. Indem ich über die Phänomene des Blitzes nachdachte, hatte ich daraus geschlossen; daß das elektrische Fluidum, welches sodann aus den Gewölken fährt, sich hier augenblicklich bilde. Ich gehe jetzt noch weiter, weil mir nach den Beobachtungen des Herrn von Saussure scheint, daß dies Fluidum sich fast täglich in der Atmosphäre bilde. Diese Beobachtungen, welche in demselben Werke enthalten sind, aus dem ich schon so viele neue und wichtige Thatsachen gezogen habe, sind von einer Beschaffenheit, daß wenige Personen dazu fähig gewesen wären. Es

kam

kam nicht bloß darauf an, ein Elektrometer zu verfertigen, und Versuche zu ersinnen; man mußte auch sich auf hohen Gebirgen befinden, hier zu klettern gewohnt seyn, und die Physik hinlänglich lieben, um die mannichfaltigen Beschwerden zu ertragen, welche nothwendig die auf großen Höhen angestellten Versuche begleiten; und die Physik hat alles dieses bey Herrn von Saussure gefunden. Es sey mir erlaubt, ehe ich auf diese Versuche komme, mich auf die Idee eines solchen Physikers über die Einrichtung eines vergleichbaren Elektrometers zu stützen; weil ich es für die Meteorologie wichtig halte, daß ein solches Instrument von den Physikern angenommen werde.

§. 811.

Die erste Idee des Herrn von Saussure wovon ich reden werde, betrift die Methode, die Verhältnisse, der durch ein gewisses Elektrometer angezeigten, verschiedenen Grade von Elektrisirung zu entdecken. Das Instrument des Herrn von Saussure ist bekannt, ich will also nur folgende Stelle (§. 793.) hersetzen: „Ich nahm zwey von meinen kleinen entwafneten (d. h. ohne den kleinen Conduktor-Elektrometer), die unter sich so gleich als möglich waren: ich elektrisirte davon eines so, daß seine Kugeln sich genau um 6 Linien von einander entfernten: alsdann berührte ich den Haken desselben, mit dem Haken des nicht elektrisirten: sogleich vertheilte sich die Elektricität unter beyde gleich, und ich wurde von dieser Gleichheit durch das gleiche Divergiren ihrer Kugeln überzeugt: dieses Divergiren reducirte sich bey beyden auf 4 Linien. Ich sahe also, daß in diesem Falle, eine Verminderung um die Hälfte in der Dichtigkeit oder in der Menge des elektrischen Fluidums, das Divergiren nur um ein Drittheil verminderte: nun beraubte ich ein

ein Elektrometer seiner Elektricität, und brachte es darauf mit dem andern in Berührung; diese übrige Elektricität vertheilte sich unter sie aufs neue, und die Kugeln fielen von 4 Linien auf 2, 8; welches Verhältniß sich dem erstern sehr nähert; indem ich dieselbe Operation wiederholte, fielen die Kugeln zu 1, 9; welches auch noch ziemlich nahe dasselbe Resultat giebt: aber der vierte Versuch gab ein Verhältniß, das sich mehr dem graden einfachen näherte, denn von 1, 9 fielen die Kugeln auf 1. „Dies ist der Weg, den Herr von Saussure verfolgte, um die Verhältnisse der von seinem Elektrometer angezeigten verschiedenen Grade der Elektrisirung unter sich zu erkennen; dieß ist aber derselbe, den ich §. 476 anzeigte. Die Phänomene aber, welche Herr von Saussure angegeben hat, sind von denen, die ich vorlegte, da ich von dem Gange meines Elektrometers redete, sehr verschieden: ich muß also zeigen, woher dieser Unterschied rühre.

§. 812.

Mehrere Ursachen haben auf den Gang von einem Paare Kugeln, die an einem elektrisirten Körper aufgehängt sind, Einfluß; wovon einige nicht zu vermeiden und andre von den Umständen abhängen. Herr von Saussure zeigt eine dieser ersten an, die ich nicht betrachtet hatte. Nachdem er eine Tabelle von den Verhältnissen der Grade seines Elektrometers unter sich gegeben, die aus obigen Versuchen gezogen war; so setzt er hinzu: „Man sieht aus dieser Tabelle, daß die Resultate der Erfahrung nicht übel mit demjenigen übereinstimmen, was wir sonst von den Wirkungsmitteln dieser Klasse wissen. Denn man mag die Phänomene der Elektricität, von einem eigentlich so genannten Anziehen und Zurückstoßen abhängen lassen, oder man betrachte

sie

sie als von Verdichtung und Verdünnung eines elastischen Fluidums hervorgebracht, oder sehe sie endlich als die Wirkungen von den Ausflüssen eines diskreten Fluidums an; so ist es immer gewiß, daß das Anziehen und Zurückstoßen sich vermindern muß, wenn die Distanz zunimmt, wie auch ihr Gesetz bey kleinen Distanzen beschaffen sey." Diese Ursache von der Abnahme des Divergirens durch unter sich gleiche Grade der Elektrisirung, ist ausgemacht; und folgende ist es ebenfalls. Die Kräfte, welche ein Pendel aus seiner Stelle bringen, sind dem Quer-Sinus der Winkel die es durchläuft, proportional, und nicht den Winkeln selbst, welche in Vergleichung mit ihren Quersinussen abnehmen. Dies ist eine Bemerkung vom Lord Mahon, jetzigem Lord Stanhope, in seinem 1779 herausgegebenen Werke über die Grundsätze der Elektricität. Hier sind also zwey Ursachen, welche zusammen den successiven Vermehrungen in dem Divergiren der elektrometrischen Kugeln, durch unter sich gleiche Zunahmen in den Graden der Elektrisirung einen abnehmenden Gang mittheilen; und dies scheint das Elektrometer des Herrn von Saussure auszudrücken. Eine andre Ursache aber wirkt mit dieser in entgegengesetztem Sinne; diese Kugeln nämlich, nehmen immer mehr an dem Zustande des Körpers Antheil, an dem sie aufgehängt sind, in dem Maaße wie sie sich von einander entfernen; weil ihr gegenseitiger Einfluß, welcher die Wirkung des Körpers zu schwächen sucht, durch diese Entfernung abnimmt. Auf diese Art habe ich den Gang meines Elektrometers erklärt; wo die Winkel selbst, den Graden der Elektrisirung der Körper proportional zu seyn scheinen (§. 452 ff.)

§. 813.

§. 813.

Dieses sind also die Ursachen, welche jederzeit auf den Gang der elektrometrischen Kugeln Einfluß haben. Aber dieser Gang ist auch äußern Umständen ausgesetzt; welches viele Betrachtungen erfordert, wenn man die Theile eines Elektrometers fest setzen soll. Folgende zwey Umstände tragen dazu bey, bey dem des Herrn von Saussure, aber auf eine unbestimmte Art, die Wirkung der letzten angezeigten Ursache aufzuheben. Der erste ist der leitende Fuß des Instruments, dem die Kugeln sich immer näher befinden, je schwächer die Elektrisirung wird. Denn dieser Fuß nimmt merklicher die, der Elektrisirung der Kugeln, entgegengesetzte an, wenn sie ihm näher sind; welches die größre Wirkung, die sie sodann auf einander ausüben, da sie sich näher sind, aufzuheben sucht, und es folgt daraus, daß ihr Divergiren gegen diesen Punkt zu größer wird, in Vergleichung mit demjenigen, welches bey größern Graden der Elektrisirung Statt hat. Ich habe diese Wirkung bey meinen Elektrometern erfahren, ehe ich die Höhe ihrer Füße bestimmt hatte (§. 398); indem ich bemerkte, daß diejenigen, deren Kugeln sich zu nahe an dem Tische befanden, an dem angezeigten Gange Theil nahmen, in Vergleichung mit denen, auf welche der Tisch keinen Einfluß hatte.

§. 814.

Der andre Umstand, welcher wahrscheinlich auf den Gang des Saussurischen Elektrometers wirkt, ist, daß seine Kugeln in eine Glocke von Glase eingeschlossen sind. Das Glas ist nur ein unvollkommner Nichtleiter, wenn es nicht überfirnißt ist. Das Glas der kleinen Glocke, muß sich also ein wenig in demselben Sinne elektrisiren wie die

Kugeln;

Kugeln; und es hat daher, so wie sie sich ihm nähern, desto mehr Einfluß auf sie, und sucht also die Abnahme zu ersetzen, welche ihr gegenseitiger Einfluß, so wie sie sich entfernen, erleidet. Auch dies habe ich bey meinen elektrometrischen Versuchen erfahren, und vorzüglich bey denen, welche die Bestimmung der Elektrometerskale betreffen. Denn sobald dieser Theil des Instruments an der Elektrisirung des Leiters Theil nahm; so schwächte er die Bewegung der beweglichen Kugel (§. 363) und da er immer an seinem Ende durch die bloße Wirkung der Kugeln eine der ihrigen gleiche Elektricität annimmt; so würde er sogar, wenn auch isolirt, den Gang der beweglichen Kugel bey großen Graden der Elektrisirung merklich verzögern, wenn er sich jenseits dieser Kugel hinaus mehr als nöthig ist, erstreckte (§. 404.). Diese beyden besondern Umstände beym Elektrometer des Herrn von Saussure tragen also auf dieselbe Weise dazu bey, den Gang zu verändern, den die Kugeln unter andern Umständen haben würden. Wenn diese bloß an dem Leiter (ohne die kleine gläserne Glocke und den Fuß) hiengen, so würden, da sie nur durch die drey angegebenen Ursachen (§. 812.) afficirt werden, ihre verschiedenen Grade des Divergirens, den Graden der Elektrisirung des Leiters immer mehr proportional werden: anstatt daß in dem Zustande, worinn sie sich befinden, ihr Gang durch gleiche Zunahmen in der Elektrisirung dieses Körpers abnimmt. Ich wiederhole aber, diese besondern Wirkungen, welche von einzeln Umständen in der Einrichtung abhängen, hindern nicht, daß der Entwurf des Herrn von Saussure, die relative Kraft der Grade seines Elektrometers zu bestimmen, genau derselbe sey, den ich für das meinige entworfen hatte.

§. 815.

§. 815.

Eine andre elektrometrische Idee, auf welche Herr von Sauſſure und ich gleichfalls zuſammen geſtoßen ſind, betrift den allgemeinen Grundſatz über die Vergleichbarkeit der Elektrometer. „Damit zwey oder mehrere dieſer Inſtrumente (ſagt er gegen das Ende vom §. 793) vergleichbar ſeyen, müſſen Materie, Form, und Dimenſionen vollkommen gleich ſeyn: und ob ich gleich nicht die äußerſte Genauigkeit verlange, ſo kann ich dennoch verſichern, daß man eine hinlängliche Gleichheit erhalten werde, wenn die Markkugeln etwa eine halbe Linie im Durchmeſſer haben, wenn die Fäden ſehr dünne, und in den kleinen Löchern, wo man ſie aufhängt, ſehr beweglich ſind, und ihre Länge 10 Linien iſt; indem man ſich übrigens nach dem richtet, was ich über die Einrichtung der verſchiedenen Theile dieſes Inſtruments geſagt habe.“ Dies iſt, ſage ich, genau der allgemeine Grundſatz, von dem ich ausgieng; und wenn Herr von Sauſſure ſich mit denſelben Verſuchen, wie ich beſchäftiget hätte, ſo zweifle ich nicht, daß er die gegenſeitigen Wirkungen der verſchiedenen Theile eines ſolchen Inſtruments eingeſehen, und ſodann die Nothwendigkeit gefunden haben würde, diejenigen Wirkungen zu prüfen, welche einem gewiß comparativen Gange ſchaden, ehe man die Einrichtung eines Elektrometers feſtſetzen kann.

§. 816.

Wir haben auch dieſelbe Fundamental-Idee in Betracht eines elektrometriſchen Megameters gehabt. „Wenn man (ſagt er in demſelben §.) die Schätzung dieſer elektriſchen Kräfte noch weiter treiben wollte; ſo müßte man Elektrometer von derſelben Art, aber größre verfertigen, und deren ſchwerere Kugeln ſich nur um 1 Linie

bey

bey demselben Grade von Elektricität, der die meinigen um 6 divergiren läßt, entfernen. Diese Elektrometer würden nach denselben Grundsätzen eine 1024 mal stärkre Elektricität messen, als diejenige, welche die Einheit in dieser Tabelle ausmacht, und so würde man durch Stufen dahin gelangen, das Verhältniß der größten Entladung einer Batterie und vielleicht des Blitzes, zu der eines Bernsteinstückes, das einen Strohhalm anzieht, einzusehen." So ist ohngefähr der Grundsatz, dem ich bey Einrichtung eines Megameters folgte (§. 421.). Da aber Herr von Sauſſure seine Idee nicht ausgeführt hat, so hat er weder ihre Gränzen entdecken, noch die wirklichen Verhältnisse erkennen können, zwischen den, auf derselben Skale, von mehr oder weniger schweren Kugeln angezeigten, Graden.

§. 817.

Endlich findet man in einer Note zu demselben Paragraph, aus dem ich die vorigen Stellen gezogen habe, die Idee eines Mittels, die Menge der Ladung einer Leidner Flasche zu erkennen, welche viel Aehnlichkeit mit der im §. 484. von mir vorgelegten, hat. „Wenn ich (sagt er) den Haken eines meiner Elektrometer in Berührung mit dem Knopfe einer Leidner Flasche bringe, und alsdann die kleinen Kugeln um 6 Linien divergiren sehe; so wird mich dies isolirte Faktum eigentlich nichts lehren — — Wenn ich aber mit dem Knopfe dieser Flasche eine metallene Kugel von einem Fuße im Durchmesser in Berührung bringe, und nachdem ich also einen Theil ihres enthaltenen Fluidums entzogen habe, von neuem den Haken meines Elektrometers dem Knopfe dieser Flasche nähere; so wird die Menge der zurückstoßenden Kraft, die sie wird behalten haben, mich das Verhältniß ihres Gehalts, mit dem der metallenen Kugel, und

dadurch auch die Intensität des Stoßes den sie wird hervorbringen können, lehren." Dieser Entwurf, sage ich, ist dem von mir vorgeschlagenen sehr ähnlich.

Zweyter Abschnitt.

Von den Phänomenen der Luft-Elektricität bey gewöhnlicher Witterung nach den Beobachtungen des Herrn von Saussure.

§. 818.

Herr von Saussure, von dem ich wichtige Beobachtungen über die Luftelektricität borgen will, hat selbst in folgenden Stellen die Wirkung charakterisirt, welche sie gewöhnlich auf sein Elektrometer hervorbringt. „Man wird sich vielleicht wundern, (sagt er §. 794.) wenn man sieht, daß eine Elektricität, welche zuweilen sehr stark zu seyn scheint, wenn sie z. B. die Kugeln des Elektrometers um 3 oder 4 Linien divergiren macht, bey diesem Instrumente nicht permanent sey, und verschwinde, sobald man sich der Erde nähert; da eine weit schwächere Elektricität, die durch Berührung eines schwach elektrisirten Stücks von Siegellack erregt ist, sich ganze Stunden in dem Elektrometer erhält, in welcher Lage man es auch halte, wenn nur sein Haken isolirt ist. Um von diesem Phänomen Rechenschaft zu geben, muß man betrachten, daß jedesmal da eine nicht sehr starke Elektricität auf einen isolirten Körper wirkt, durch eine Luftmasse hindurch, deren Dicke ein wenig beträchtlich ist, sie nur in einem gewissen Sinne das in diesem isolirten Körper eingeschlossene elektrische Fluidum zusammen drücke, und die Menge, die er enthält, nicht verändere; so daß, sobald der elektrisirte Körper aufhört auf diesen isolirten Körper zu wirken, der Druck und mit ihm die daraus ent-

entspringende augenblickliche Elektricität verschwinde.“ Und §. 796. „Noch ein Mittel, einem isolirten Körper, der nur diese vorübergehende Elektricität, welche man die Elektricität des Drucks nennt, hat, eine permanente Elektricität zu geben, ist, ihn einen Augenblick mit einem nicht isolirten Körper zu berühren; aber alsdann ist die Elektricität die er erhält, der des elektrisirenden Körpers entgegengesezt: z. B. wenn in dem Augenblicke, da eine elektrisirte Stange von Siegellack auf das Elektrometer in einer Entfernung von 3 Zollen wirkt, jemand der nicht isolirt ist, mit dem Finger den Haken des Elektrometers berührt, und einige Augenblicke die Stange Lack in derselben Entfernung hält; so werden sich die Kugeln berühren, und die Elektricität wird so lange zerstört zu seyn scheinen, als die Stange Lack in derselben Entfernung bleiben wird; in dem Augenblicke aber, da er sich entfernt, werden die Kugeln divergiren, und mit einer permanenten positiven Elektricität geschwängert seyn. Nach diesen Grundsätzen kann man mit dem atmosphärischen Elektrometer eine permanente Elektricität erhalten, welche der in der Luft herrschenden entgegengesezt ist: es ist dazu hinreichend einen Augenblick den Leiter zu berühren, unterdessen er der Wirkung der Luft-Elektricität ausgesetzt ist; seine Elektricität verschwindet, man sieht sie aber permanent und von entgegengesetzter Art wieder entstehen, in dem Augenblicke da man ihn der Wirkung der Luft entzieht. Wenn z. B. das Elektrometer 5 Fuß über der Erde wäre, und die kleinen Kugeln divergiren; so verschwindet die Elektricität, wenn ich sodann den Haken berühre, und die Kugeln berühren sich: sie fangen aber wieder an zu divergiren, wenn man beym Annähern des Elektrometers an die Erde, oder beym Hereintragen desselben in ein Haus, ihn der Wirkung der Luftelektricität entzieht; sie haben eine permanente und

der, in diesem Augenblick in der Luft herrschenden, entgegengesetzte Elektricität. Ich gebrauche diese Methode nur, wenn die Elektricität so schwach ist, daß ich bis zur Höhe meines Auges kein Zeichen davon gewahr werden kann; alsdann erhebe ich das Elektrometer höher, z. B. auf 6 Fuß, und da ich in dieser Höhe nicht mehr sehen kann, ob sich die kleinen Kugeln entfernen; so suche ich eine permanente Elektricität zu erregen, indem ich einen Augenblick den Haken berühre; alsdann höre ich auf ihn zu berühren, und bringe das Instrument gänzlich an die Erde, um zu sehen, ob ich hier ein Zeichen von Elektricität erhalten werde, und wenn ich in dieser Höhe keine habe, so erhebe ich es auf 7, und wiederhole dasselbe Verfahren, um zu sehen, ob ich in dieser Höhe keine erhalte."

§. 819.

Wir sehen also aus diesen Beobachtungen des Herrn von Saussure und den Bemerkungen, womit sie begleitet sind, daß die Wirkung der Luft auf das Elektrometer nicht darinn bestehe, ihm wirklich elektrisches Fluidum mitzutheilen, sondern bloß einen Theil von dem, welches der Leiter besitzt, aus der Stelle zu treiben, indem sie dasselbe in die kleinen Kugeln treten läßt. Dies hat man, wie Herr von Saussure sagt, Elektricität des Drucks genannt, und ich habe es unter dem Namen von elektrischen Einfluß erklärt. Aber wo findet sich das elektrische Fluidum, welches diesen Einfluß ausübt; ist es über den Ort der Beobachtung erhoben, oder findet es sich in der Luft dieses Ortes selbst? Dieses suchen die Beobachtungen des Herrn von Saussure aufzuklären. „Es ist vielmehr die relative Höhe des Ortes, wo man beobachtet (sagt er §. 800.) als seine absolute, welche auf die anscheinende Stärke dieser Elektricität Einfluß

fluß hat.“ Und im §. 1127: „Wenn man die, an verschiedenen Orten von mir angestellten Beobachtungen unter sich vergleicht, so wird man die Bestätigung von dem finden, was ich §. 800 sagte, daß die anscheinende Stärke der Elektricität, weit weniger von der absoluten Höhe des Orts, wo man das Elektrometer beobachtet, abhängt, als von der relativen Höhe oder dem Isoliren des Orts. Denn man sieht in der 9ten Beobachtung, daß auf der höchsten Stelle der Reise (auf einem Abhange von Mont-Blanc, 1700 Toisen über der Fläche der Ebne) die Kugeln sich nur 0, 25 oder $\frac{1}{4}$ Linie entfernten; und zwar weil dieser Ort von der Spitze überflügelt wurde, auf deren Abhange ich die Beobachtung anstellte. Neben meiner Hütte im Gegentheil (480 Toisen niedriger) sahe ich dieselben Kugeln sich um $2\frac{1}{2}$ Linie entfernen, weil ich hier auf einem weit isolirteren Felsen mich befand. Es scheint mir also hieraus zu fließen, daß kein bestimmter Ort vorhanden sey, wo das elektrische Fluidum in der Atmosphäre versammelt wäre; sondern daß es in der ganzen Luftmasse, wenigstens so weit sie Herr von Saussure beobachtet hat, verbreitet sey.

§. 820.

Nach dieser ersten Schlußfolge, ist es natürlich zu fragen, warum das Elektrometer wenn es es ganz mit Luft umgeben ist, elektrische Zeichen giebt, welche, wenn man es der Erde nähert, verschwinden? Man könnte wohl nicht annehmen, daß dies von dem Unterschiede in der Elektrisirung der Luft durch so kleine Unterschiede in der Höhe herrühre, als diejenigen des Leiters über seine Kugeln, oder der verschiedenen Lagen, in welchen man ihn hält: die Luft ist immer zu sehr bewegt, wäre es auch nur durch die Bewegungen des Beobachters, als daß hier einiger Unterschied in der Elektrisirung zwischen so na-

hen Schichten Statt haben könnte. Folgendes scheint mir die Ursache dieser Phänomene zu seyn. Das von der Luft umgebene Elektrometer, welches nur einen kleinen Grad von Elektrisirung in Vergleichung mit dem Boden an sich hält, weil sie ein Nichtleiter ist, befindet sich in dem Falle eines auf dem Elektrophor gestellten Körpers; und erleidet dadurch nur einen elektrischen Einfluß, der es gänzlich umfaßt. Dieses Instrument hat einen leitenden Fuß, den der mit dem Boden in Verbindung seyende Beobachter in seiner Hand hält. Dieser mit dem Luftelektrophor umgebene Fuß zieht eine der Elektrisirung der Luft entgegengesetzte an, und hat alsdann auf die Kugeln Einfluß. Wenn also die Luft im positiven Zustande ist; so schwächt der negativ gewordene Fuß des Elektrometers die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums in den Kugeln: dies giebt dem Leiter, dessen elektrisches Fluidum durch die Luft eine Vermehrung seiner ausdehnenden Kraft erlangt, das Vermögen, eine gewisse Menge von Fluidum in die Kugeln treten zu lassen; wodurch sie als positiv divergiren, in der nämlichen Luft, die gegen den Boden positiv ist. Wenn man aber das Instrument bis an die Oberfläche des Bodens erniedriget; so hat diese, die durch den Einfluß der Luft etwas negativ geworden ist, ihrer Seits auf die nächste Schichte Einfluß, und kömmt also ihrer Wirkung auf das Elektrometer zuvor.

§. 821.

Alle Beobachtungen des Herrn von Sauſſure vereinigen sich, diesen Charakter der Phänomene seines Elektrometers zu bestimmen. Daher sogleich, wenn er das Instrument über seinen Kopf erhob, die Kugeln mehr divergirten, als wenn er es mit seinem Auge gleich hoch hielt: weil in dieser lezten Lage der kleine Leiter einen

größren

größren Einfluß von seinem Kopfe erlitt, welcher aus eben dem Grunde wie der Boden negativ geworden war, und auf den Leiter eine ähnliche Wirkung, wie der Fuß des Instruments auf die Kugeln, hervorbrachte. Wenn er also, statt das Elektrometer über seinen Kopf zu erheben, sich gebückt und dasselbe in derselben Höhe gelassen hätte; so würde daraus ein ähnliches Resultat, nur durch eine etwas größre Nähe des Bodens vermindert, erfolgt seyn. Daher ist auch eine Länge von 2 Fuß für den Leiter dieses Instruments hinreichend; indem Herr von Saussure hierüber §. 791 anführt: „daß seine Verlängerung über diese Gränze das Instrument, in weit größerm Verhältnisse als sie seine Empfindlichkeit vermehrt, unbequem mache.“ Denn das Divergiren der Kugeln hat zur ersten Ursache, den Unterschied, der sich zwischen dem Fuße des Instruments und seinem Leiter festsetzt, und wenn dieser Ausdehnung genug hat, daß sein elektrischer Zustand durch den Verlust der kleinen Menge von elektrischem Fluidum, welches ihm die Kugeln wegen des Einflusses des Fusses entziehen, nicht merklich sich verändre; so ist eine größre Ausdehnung überflüssig. Ich habe den Luftleiter des P. Beccaria gesehen, der, wie Herr von Saussure sagt, sehr ausgedehnt war, vorzüglich wegen eines Eisendrathes, der oben von dem isolirten Hause, über welches sich die Spitze des Leiters erhob, ausgieng, und schief herablaufend sich dem Erdboden nur auf eine große Entfernung näherte. Indessen waren die elektrischen Zeichen dieses großen Leiters gewöhnlich sehr schwach, und oft gar keine vorhanden. Herr von Saussure hat auch sein kleines Elektrometer in Vergleichung mit einem Leiter von 100 Füßen beobachtet, den er neben seinem Hause errichten ließ, und gefunden, daß der erstre öftrer elektrische Zeichen gab, als der letzte, welches er dadurch erklärt, weil seine

Isolirung vollkommner war. Wegen derselben Art von Einfluß, welche die Luft auf das Elektrometer ausübt, giebt dieses kein elektrisches Zeichen unter Bäumen, in Häusern, Straßen oder Höfen (§. 800.): ich meyne, weil die umgebenden durch den Einfluß der äußern Luft negativ gewordenen Körper, auf daß Instrument die Wirkung der innern Luft ersetzen. Endlich geschieht deswegen, daß im Gegentheil, auf dem Gipfel des Mole, eines 760 Toisen über die benachbarten Ebnen erhabnen Gebirges, das von einer Seite senkrecht, und von der andern so steil ist, daß ich mich auf seinen Gipfel rittlings setzte, die Kugeln des auf denselben Erdboden gestellten Elektrometers um 2 Linien divergirten. Die ohne Aufhören sich um einen solchen Gipfel erneurende Luft macht ihn durch ihren Einfluß negativ, ohne durch ihn hinwiederum, wie es durch eine horizontale Oberfläche geschieht, das Vermögen auf den Leiter des Instruments Einfluß zu haben, zu verlieren.

§. 822.

Es dünkt mich also aus diesen Beobachtungen offenbar zu fließen; daß die Luftelektricität der ganzen Luftmasse zugehöre, ohne daß irgendwo elektrisches Fluidum merklich angehäuft wäre; und daß ihre Wirkungen auf das Elektrometer vorzüglich elektrophorisch sind, d. h. durch einen kleinen Unterschied, der sich am öftersten zwischen dem elektrischen Zustande der Luft und des Bodens befindet, hervorgebracht werden. Ich will jetzt dieselben Phänomene aus andern Gesichtspunkten betrachten.

Dritter Abschnitt.

Meteorologische Folgerungen, welche aus den Phanomenen der Luftelektricität zu fließen scheinen.

§. 823.

Nachdem Herr von Saussure mit großer Standhaftigkeit und Aufmerksamkeit die Phänomene der Luftelektricität verfolgt hatte, so brachte er sie auf allgemeine Gesetze, die mir sehr wichtig scheinen. Das erste dieser Gesetze, welches uns die Natur des gewöhnlichen elektrischen Zustandes der Luft anzeigt, ist folgendes: „Jedesmal wenn keine Wolken in der Luft sind, ist dieser Zustand unveränderlich positiv, sowohl im Winter als Sommer, bey Tag und Nacht, im Sonnenschein und Thau“ (§. 804) Dies zeigt also an, daß das elektrische Fluidum seinen Ursprung in der Atmosphäre habe, und sich hier häufig bilde. Wäre es in der Erde hervorgebracht, oder bildete sich hier mehr als in der Luft; so würde diese als Nichtleiter immer etwas negativ bleiben, in Vergleichung mit dem Boden: und bildete es sich nur in der Luft unter seltenen Umständen (wie beym Donner); so wäre nicht so viel Einförmigkeit bey der Luftelektricität; sie würde ohne Aufhören von einer Zeit zur andern abnehmen, und man würde dadurch diese Zeiträume entdecken, wie Herr von Saussure die folgenden entdeckt hat, welche neue Gesetze dieses Phänomens an die Hand geben.

§. 824.

„Ueberhaupt (sagt er §. 803.) nimmt im Sommer, wenn die Erde wegen der Trockenheit der vorhergehenden Tage trocken ist, die Luftelektricität zu, vom

Aufgange der Sonne an, wo sie fast unmerklich ist, bis gegen 3 oder 4 Uhr nach Mittag, wo sie ihre größte Stärke erreicht. Sie nimmt sodann stufenweise ab, bis zu dem Augenblick da der Thau fällt; jetzt erholt sie sich, um darauf wieder abzunehmen, und endlich des Nachts fast gänzlich zu verschwinden.“ Herr von Saussure führt bey diesem Gegenstande den Herrn le Monnier, den P. Beccaria und D. Gardini an, welche denselben Gang beobachtet hätten, und setzt denjenigen hinzu, dessen diese Gelehrten nicht erwähnen, welcher im Winter Statt hat. „Im Winter (sagt er §. 802), in welcher Jahrszeit ich am besten diese Elektricität der heitern Luft beobachtet habe, scheinen mir die Stunden, wo sie am schwächsten ist, zwischen der Zeit wo der Thau des Abends völlig sein Herabfallen geendiget hat, und dem Augenblicke da die Sonne aufgeht, eingeschlossen zu seyn: alsdann nimmt ihre Intensität stufenweise zu, und erreicht früher oder später, aber fast immer vor Mittage ein gewisses Maximum, nach welchem sie wieder abzunehmen scheint, bis sie sich wieder beym Fallen des Thaues aufnimmt, um welche Zeit sie zuweilen stärker ist, als sie bey Tage gewesen war: alsdann nimmt sie in Abstufungen, die sich tief in die Nacht verlängern, ab; wird inzwischen niemals gänzlich null, wenn das Wetter vollkommen heiter ist. Herr von Saussure giebt von diesem letzten Gange ein Beyspiel, durch an einem ganzen merkwürdigen Tage fortgesetzte Beobachtungen, nämlich am 22. Febr. 1785, wo die größte Kälte, der man sich zu Genf erinnert, herrschte; indem das Thermometer um 6 U. Morgens — 15° stand. Es ist also in der That einiger Unterschied in dem Gange der Luftelektricität des Winters bey Tage, mit dem des Sommers verglichen: da aber dieser Unterschied nur in einer Verzögerung des Maximums am Tage und in einem Zu-

nehmen

nehmen dessen, welches beym Fallen des Thaues Statt hat, besteht; so scheint er mir nicht groß genug zu seyn, um wesentlich diese beyden Gänge zu unterscheiden: ich werde sie also bey meinen Bemerkungen vereinigen.

§. 825.

Herr von Saussure glaubt die Gesetze dieses täglichen Ganges der Luftelektricität mit seinem System, von einer gewissen Verwendung des elektrischen Fluidums zur Bildung der bläschenförmigen Dünste, und von der Befreyung dieses Fluidums, wenn die Bläschen verdunsten, oder sich in Wassertropfen auflösen, verbinden zu können. Ich habe aber oben (§. 643) gezeigt, daß dies System, mit weniger zweydeutigen Phänomenen als diese sind, nicht übereinstimme. Ich finde also die Idee (worüber wir beyden einerley Meinung sind §. 644) wahrscheinlicher, daß das elektrische Fluidum sich bey mehrern Operationen der Natur zersetze und zusammensetze: aus welcher Idee mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit fliest, daß, (wenn man die Ausnahmen, welche die Winde hervorbringen, bey Seite setzt) wenn das Elektrometer eine Zunahme des elektrischen Fluidums in der Luft anzeigt, sich davon aufs neue gebildet habe. Alsdann erhält auch die Erde davon, aber die Luft behält immer einen kleinen Ueberschuß, wegen ihres nichtleitenden Vermögens.

§. 826.

Wenn ich nunmehr nach den Beobachtungen des Herrn von Saussure den täglichen Gang der Luftelektricität bey heiterm Wetter betrachte; und auf einen Augenblick ihre Zunahme beym Fallen des Thaues bey Seite setze; so werden wir hier ein merkwürdiges Kennzeichen finden, nämlich, daß er fast gänzlich den

Gän-

Gängen von zwey andern täglichen Phänomenen, deren Uebereinstimmung unter sich ich schon habe bemerken lassen, ähnlich sey, ich meyne den Abwechslungen in der Wärme und in der Menge der wässrigen Dünste. Nun habe ich auch gezeigt, daß diese letzten Phänomene mit dem Gange der Sonne in Verbindung stehen; und ich schloß daraus, daß die Strahlen dieses Gestirns daran Antheil hätten. Würden sie also nicht auch an der Zunahme der Luftelektricität Antheil haben; d. h. würden sie nicht elektrisches Fluidum in der Atmosphäre erzeugen, wie sie hier Feuer und Luft bilden?

§. 827.

Die Bejahung dieser Frage ist von andern Analogieen unterstützt, die sich insbesondre zwischen dem Gange der Luftelektricität und der Wärme, verglichen mit dem Gange der Sonne finden. Zuerst giebt es Abwechslungen in den Verhältnissen der Grade der Intensität der Sonnenstrahlen, mit denen der Luftelektricität, wie wir dergleichen in Rücksicht der Wärme beobachten: dies führt auf dieselben Folgerungen für die erste wie für die letzte, nämlich, daß die Sonnenstrahlen nicht die unmittelbare Ursache davon sind, und daß die Bildung des elektrischen Fluidums so wie des Feuers, von der Verbindung des Lichts mit einer andern Substanz abhänge, deren Menge und Beschaffenheit in der Luft zu verschiedenen Zeiten abwechseln können. Ferner, so wie alles von den Sonnenstrahlen in der Atmosphäre erzeugte Feuer, sich nicht bey seinem Entstehen offenbart, weil ein Theil von dem, was sie erzeugen, sogleich in die Zusammensetzung irgend einer andern atmosphärischen Flüssigkeit eingeht: eben so offenbart sich nicht sogleich alles elektrische Fluidum, was sie hervorbringen; ein Theil davon, es sey ganz oder nur

zum

zum Theil, geht Verbindungen ein, die es eine Zeitlang verhüllen.

§. 828.

Wenn die Unterschiede, unter in einigem Betracht analogen Phänomenen, von zugeschriebenen Ursachen herrühren; so verstärken diese Unterschiede selbst die Analogieen, die unter ihnen Statt haben; auch dies hat mich auf dieselbe Idee gebracht, daß das elektrische Fluidum, wie das Feuer, seinen Ursprung von den Sonnenstrahlen habe. Das elektrische Fluidum ist zusammengesetzter als das Feuer; denn schon sein unmittelbares fortleitendes Fluidum ist kein Licht; dies Fluidum ist ohne Zweifel aus dem Lichte gebildet, aber durch Verbindung mit einer andern Substanz, welche jenem das Vermögen zu leuchten raubt, und es Affinitäten erlangen läßt, die es nicht allein hat. Wenn ich ferner betrachte, daß das elektrische Fluidum selbst, keinen Geruch habe, weil wir ihn nicht verspüren, wenn es auf einem Körper angehäuft ist; so läßt mich der Geruch, den es bey seiner Zersetzung von sich giebt, glauben, daß die elektrische Materie auch ein Mixtum sey. Diese Substanz selbst hat keinen Geruch; denn wenn dies wäre, so müßten wir ihn empfinden, wenn sie in großem Ueberflusse auf einer von den Oberflächen der nichtleitenden Platte zersetzt wird. Wenn also der ausgehauchte Geruch, indem sich das elektrische Fluidum zersetzt, etwa nicht der Substanz zugehört, welche mit dem Lichte das fortleitende elektrische Fluidum bildet, (welches ich nicht gänzlich verwerfe); so muß er von einem der elektrischen Materie zugehörigen Bestandtheile herrühren. Wenn ich also diese beyden unmittelbaren Bestandtheile, die ich dem elektrischen Fluidum zugeschrieben habe, nämlich die elektrische Materie und ihr

fort=

fortleitendes Fluidum betrachte, so glaube ich, daß sie sich in der Atmosphäre, so wohl abgesondert, als durch verschiedene Ursachen bilden können. Die Sonnenstrahlen haben einen unmittelbaren Antheil an der Bildung des fortleitenden elektrischen Fluidums; aber die elektrische Materie kann von ganz andrer Ursache herrühren; oder wenn das Licht hieran einigen Theil hat, so muß dies unter verschiednen Umständen seyn. Es ist also möglich, daß die tägliche Wirkung der Sonnenstrahlen nur darinn bestehe, dies fortleitende Fluidum zu bilden; welches bis jetzt hinreichen würde, um die Zunahme der Luftelektricität während ihrer Gegenwart (§. 353) zu erklären; und was die größern Phänomene, als eine große Anhäufung von elektrischem Fluidum in gewissen (obgleich nicht blitzenden) Gewölken und den Blitz anbetrift; so würden sie alsdann von andern Verbindungen abhängen, durch welche die elektrische Materie sich auf einmal in großer Menge offenbaren würde.

§. 829.

Ich theile hier noch andre specifische Unterschiede zwischen der Elektricität und der Wärme, in der Atmosphäre betrachtet, mit, welche gleichfalls mit den unterschiedenen Eigenschaften der Substanzen zusammenhängen, die mit den Sonnenstrahlen die respektiven Flüssigkeiten, von denen diese Phänomene herrühren, bilden. Erstlich, wenn anders keine starke Feuersbrunst viel brennbare Substanz und Luft zu gleicher Zeit zerstört, offenbart sich niemals so viel Feuer als elektrisches Fluidum, in einem gleich großem Raume; weil das Licht niemals häufig genug vorhanden ist, um plötzlich eine große Menge von neuem Feuer hervorzubringen: anstatt daß das jederzeit in der Luft verbreitete fortleitende

de

de elektrische Fluidum, da es immer bereit ist, sich schnell dahin zu begeben, wo mehr elektrische Materie und weniger von dem Fluidum seiner Art sich befindet; plötzlich elektrisches Fluidum überall bildet, wo eine neue Menge von elektrischer Materie sich erzeugt oder von andern Substanzen entwickelt. Ferner macht das Feuer keine Explosion, ob es sich gleich in besondern Räumen in sehr großem Ueberflusse bilden kann; weil seine fortschreitende Bewegung nach derselben Richtung nicht schnell ist (§. 169); und aus dem entgegengesetzten Grunde macht sodann das elektrische Fluidum eine Explosion. Endlich wird die Fortpflanzung des Feuers nur durch sein Vermögen sich in jedem freyen Raum auszubreiten, bewirkt, ich meyne auf die Art, wie jedes ausdehnbare Fluidum, das keinen Hang von Affinität zu andern Körpern hat; anstatt daß das elektrische Fluidum dergleichen Hang zu allen Substanzen hat, in verkehrtem Verhältnisse irgend einer Funktion ihrer Entfernung, und dessen, was sie davon besitzen. Es folgt also aus diesem Unterschiede, daß, wenn das Feuer befreyet oder irgendwo in gewissem Ueberflusse hervorgebracht wird, es sich rund umher fortpflanze; statt daß in ähnlichem Falle das elektrische Fluidum immer von einer bestimmten Seite, unter der Gestalt eines Blitzes und Strahls ausfährt.

§. 830.

Dieses sind die Folgerungen, welche mir aus der gesammten Menge der Phänomene der Luftelektricität, die durch des Herrn von Saussure Beobachtungen über den täglichen Gang seines Elektrometers so gut bestimmt sind, zu fließen scheinen. Was die Ausnahme betrift, welche bey dieser Theorie die Zunahme der elektrischen Zeichen beym Fallen des Thaues macht, so scheint es

mir

mir sehr wahrscheinlich, wie Herr von Saussure glaubt, daß der Thau alsdann einen Leiter bilde, welcher in die dem Boden benachbarte Luft elektrisches Fluidum abführt, und ich hege über die Quelle dieses Fluidums folgende Vermuthung. Obgleich die Luft nur langsam mit dem Erdboden das elektrische Fluidum theilt, welches nach meiner Voraussetzung sich hier täglich bey heiterm Wetter bildet, so theilt sie ihm doch etwas mit: und da, durch die dem Boden am nächsten gelegene Schichte, es unmittelbar durchgelassen wird, so beraubt sich diese Schichte dadurch desselben mehr als die andern. Dies ist ohne Zweifel die Ursache von der Beobachtung des Herrn von Saussure (§. 798) daß selbst alsdann, da er kein elektrisches Zeichen in der dem Boden benachbarten Luft erhielt, wenn er eine, durch einen Metalldrath mit seinem Elektrometer verbundene bleyerne Kugel 40 bis 50 Fuß in die Höhe warf, dieses alsdann elektrische Zeichen angab. Die Bleykugel erreichte alsdann eine Luftschichte, die ihres elektrischen Fluidums durch den Boden weniger beraubt war, als diejenige, in der sich das Elektrometer befand, und die elektrophorische Wirkung dieser über die Kugel und ihren Drath erhabnen Luft, ließ einen kleinen Theil ihres eignen elektrischen Fluidums in die Markkugeln hinein gehen (§. 821.). Diesen Unterschied nun in der Menge des elektrischen Fluidums zwischen der Luftschichte, die unmittelbar mit dem Boden in Verbindung ist, und den höhern Schichten ist hinreichend, um die Zunahme der Elektricität in der ersten dieser Schichten beym Fallen des Thaues zu erklären; dieses begegnet dem Einwurfe, den man daraus gegen die Ursache ziehen könnte, welche ich dem allgemeinen Phänomen zugeschrieben habe.

§. 831.

§. 831.

Indem ich diese meteorologischen Betrachtungen über das elektrische Fluidum denen, die ich bereits aus seinen Phänomenen in unsern Versuchen gezogen hatte, hinzufüge; so glaube ich das, was ich aus diesen letzten geschlossen hatte, unterstützt zu haben, nämlich, daß das elektrische Fluidum sich, wie das Feuer und die wässerigen Dünste, ohne Aufhören bilde und zersetze: und folgende neue Betrachtung führt auf denselben Schluß. Seitdem die schöne Theorie des D. Franklin über die positive und negative Elektricität, außer Zweifel gesetzt worden, so war ich sehr darüber erstaunt, daß man jede ein wenig wichtige Funktion eines Fluidums noch nicht wisse, welches nach dieser Theorie auf unsrer Erde und in ihrer Atmosphäre überall verbreitet ist. Man hat aber bis jetzt seinen Nutzen nur gesucht, indem man es selbst studiert hat; d. h. so, wie wir es bey unsern Versuchen wirken sehen. Nun gestehe ich, daß ich von keinem, den man ihm nach und nach zugeschrieben hat, überzeugt wurde; ich sage nicht in dem Universum, weil ich nicht den geringsten Anschein finde, daß es hier verbreitet sey (§ 522); ich rede nur von unsrer Erde, und ihrer Atmosphäre; wo ich nicht sehe, obgleich wir sicher wissen daß es über alle Substanzen verbreitet sey, daß man etwas wahrscheinliches, über die Funktionen die es hier erfüllt, entdeckt habe.

§. 832.

Folgende neue allgemeine Betrachtung will ich also den vorigen hinzufügen, um meine Idee zu rechtfertigen, daß das elektrische Fluidum sich abwechselnd, in ver-

schiedenen Operationen der Natur auf unserm Erdballe, bilde und zerstöre. Unterdessen ich nichts gewahr werde, woraus man auch nur hoffen könnte, dereinst irgend einen großen Nutzen von diesem Fluidum zu entdecken, so lange man es in dem Zustande, in welchem wir es beobachten, voraus setzt; so begreife ich im Gegentheil, daß es, sowohl bey seinem Zusammensetzen als Zersetzen vielfachen Nutzen haben könne. Hierauf werden wir durch die mehr oder weniger evidenten Analogieen in den Funktionen andrer Flüssigkeiten geführt. Die neuen Entdeckungen über die Luft zeigen uns jetzt also: (woran man vor unsrer Zeit nicht einmal dachte) daß der Nutzen dieses Fluidums, unterschieden von dem mechanischen Drucke, den es auf die Körper ausübt, vielmehr von seinen Bestandtheilen als von ihm selbst abhänge, und daß es ihn unaufhörlich auf mancherley Weise ausübe, sowohl in seinem eignen Schooße, als auf eine Menge von Substanzen. Wir sehen auch dasselbe bey den wässrigen Dünsten, welche, auch als schon gebildet betrachtet, nur eine kleine Zugabe zu dem, von den atmosphärischen Säulen ausgeübten Drucke zeigen; in ihren verschiedenen Modifikationen aber untersucht, sehr großen Nutzen sehen lassen: indem sie sich andrer Orten als auf der Oberfläche von großen Wassermassen bilden, entziehen sie das überflüssige Wasser überall, wo es schädlich werden würde; während ihrer Dauer, versetzen sie dies Wasser dahin, wo es nöthig ist; indem sie sich zersetzen, oder andre Modifikationen erleiden, geben sie bey tausend Operationen, die sich an der Oberfläche der Erde und in ihrer Atmosphäre zutragen, entweder das Wasser selbst oder einen seiner Bestandtheile her. Wir erblicken ferner denselben Hang in Betracht des Feuers.

Denn

Denn obgleich dies Fluïdum jederzeit für ein großes Wirkungsmittel in der Natur gehalten ist; so geschah es auf eine so unbestimmte Weise, daß die Einbildung hier mehr als der Verstand sahe: da, wenn man es für fähig hält, sich zu zersetzen, zusammenzusetzen, mit andern Substanzen zu verbinden, wieder frey zu werden, man anfängt die Funktionen, welche es auf die Planeten ausübt, einzusehen, und wie es sich auf allen in dem nöthigen Grade befinden könne. Nach diesem Anfange von wirklichem Lichte nun, wird man natürlich auf den Gedanken gebracht: daß die Ausdehnbarkeit der atmosphärischen Flüssigkeiten zugleich diese drey Zwecke erfülle; sie allen Substanzen gegenwärtig zu machen, auf welche sie werden wirken müssen; zu verhindern, daß sie sich nicht um diejenigen anhäufen, wo sie entstehen; eine ungeheure Sammlung von discreten Theilchen zu bilden, die bey den Planeten durch die Schwerkraft zurück gehalten wird, und in welcher die Affinitäten sich noch freyer ausüben als in den Flüssigkeiten (§ 741): und was die besondern Zwecke betrift, so scheint es, daß sie sich gröstentheils durch die Zusammensetzungen und Zersetzungen vollziehen; d. h. daß ein ausdehnbares Fluidum das sich zersetzt, concreten Substanzen oder Flüssigkeiten seiner Gattung die Bestandtheile verschaft, wodurch diese Substanzen gewisse Phänomene hervorbringen; und daß, wenn eine von diesen Flüssigkeiten sich zusammensetzt, gewisse Substanzen sich eines ihrer Bestandtheile beraubt finden, woraus andre Phänomene entspringen. Dieses sehe ich vorzüglich in Betracht des elektrischen Fluidums ein. Und wenn ich die Summe von Resultaten der Beobachtung über die angezeigten Gegenstände betrachte; so bin ich sogar geneigt zu glauben, daß diese Modifikationen der

atmosphärischen Flüssigkeiten den herrschenden Charakter in dem Gange der Natur auf unsrer Erde hervorbringen.

Ich schränke mich auf diese allgemeine Betrachtung, angewandt auf die Beschaffenheit und den Nutzen des elektrischen Fluidums, ein; weil ich keine unmittelbare Thatsache habe, um die Analogieen die sie gründen, zu unterstützen; wir leben aber so offenbar noch in Betracht der meisten physischen Phänomene in Finsterniß, daß ich dies Tappen nicht weiter entschuldigen will.

Achtes Kapitel.

Merkwürdige Umstände bey dem Phänomen des Regens.

Erster Abschnitt.

Von dem Orte wo der Regen seinen Ursprung nimmt, und von den Zeiten da es regnet.

§. 833.

Ich glaube es sehr wahrscheinlich gemacht zu haben, daß, obgleich sich unten in der Atmosphäre beständig wässrige Dünste erzeugen, sie sich hier nicht unter dieser Gestalt anhäufen, sondern hier die Gestalt der Luft annehmen: so daß die Wolken und der Regen unmittelbar von einer Verwandlung der Luft in Dünste herrühren. Ich will jetzt einiger allgemeinen Umstände erwähnen, die mit dieser letzten Verwandlung verbunden sind, und mir die Ursache, die sie bewirkt, zu charakterisiren geschickt zu seyn scheinen.

§. 834.

Der erste von diesen Umständen betrift die Gestalt, welche die Haufen von Wolken annehmen *). Es scheint mir hiebey merkwürdig, daß die Wolken, sie mögen sich nun durch einen Wind bilden, oder bey stillem Wetter entstehen, sich weder durch eine allgemeine Abnahme in der Durchsichtigkeit der Luft, noch ohne

*) S. Meisters Beobachtungen merkwürdiger Gestalten der Wolken im Götting. Magazin 1 Jahrg. 1stes Stück S. 38. uf.

Unterschied in ihrer ganzen Masse offenbaren; sondern sich beständig in Kugeln bilden, die sich vergrößern, und eine Schichte oder zuweilen mehrere unterschiedene Schichten ausmachen; unterdessen die Luft sonst überall durchsichtig bleibt: so daß man sehr deutlich sieht, daß die unmittelbare Ursache des Regens sich, in diesen Schichten mit Ausschließung der übrigen Luft, befinde. Dieser Umstand, verbunden mit der gewöhnlichen Hypothese über den Regen, brachte mich auf den Gedanken; daß in dem Orte, wo sich die Wolken bilden, irgend eine besondre Ursache von Erkaltung sey, von der die Präcipitation des in der Schichte verbreiteten Wassers herrühre; ich glaube aber hinlänglich bewiesen zu haben, daß diese Annahme ohne Grund sey, und man eine andre Ursache des Regens suchen müsse. Es ist ferner merkwürdig, daß die besondern Schichten, wo die anhaltenden Regen sich durch die Bildung der Wolken vorbereiten, jederzeit sehr hoch über die Ebnen erhaben sind. Wenn sich zuweilen die Wolken senken; so geschieht es durch das Dickerwerden der ersten Schichten, und durch das Ueberladen von Bläschen in dem Augenblicke, da sich der Regen zu bilden anfängt: (§. 621) mit einem Worte, niemals haben die Regenwolken ihren Ursprung nahe über den Ebnen, ausgenommen bey einigen Platzregen. Wäre es also thöricht anzunehmen, daß die Verwandlung der Luft in Wasserdünste, von ihrer Vermischung mit irgend einer Gattung von Ausdünstung des Bodens herrühre, die sich in gewisser Menge in einer Luftschichte sammeln müsse, um hier diese chemische Operation hervorzubringen?

§. 835.

Bey Untersuchung der Ursachen ist es wesentlich seine Aufmerksamkeit auf die Umstände zu richten, welche nach gewis-

gewissen Begriffen zu den Phänomenen beytragen müsten, und es dennoch nicht thun; denn es ist immer Vortheil, die betrüglichen Wege zu sperren: aus diesem Grunde habe ich mich oben in verschiedene Prüfungen eingelassen, wovon ich jetzt die Resultate mittheilen will. Es ist erstlich sehr merkwürdig, daß die Bildung der Wolken und des Regens keine merkliche Verbindung mit den verschiedenen Tageszeiten, und sogar sehr wenige mit den verschiedenen Jahrszeiten in unsern Klimaten habe. Es giebt unstreitig Jahrszeiten, wo es gewöhnlich häufiger regnet als in andern; dies geschieht aber mit so grossen Ausnahmen, daß es nicht weniger rechtmäßig ist, daraus zu schließen; daß der Regen nicht von den Unterschieden in der Wärme herrühre, und eben so wenig einige merkliche Verbindung mit den Unterschieden in der Intensität des Lichts d. i. mit dem Gange der Sonne habe. Das entfernte Verhältniß der Jahrszeiten mit dem Regen scheint von demjenigen abzuhängen, was wir bey ihnen mit gewissen Winden gewahr werden: aber dies unmittelbarere Verhältniß des Regens mit gewissen Winden, ist noch zu vielen Ausnahmen unterworfen, als daß es allein irgend eine Idee von Ursache entstehen lassen könnte: es entspringt daraus irgend ein günstiger Umstand zur Bildung der wässrigen Dünste in der Luft; aber dieser Umstand ist bis jetzt unbekannt, und wird sich vielleicht erst entdecken, wenn man der unmittelbaren Ursache des Regens näher gekommen ist.

§. 836.

Das Phänomen, welches man trübes Wetter (tems couvert) nennt, erfordert noch eine besondre Aufmerksamkeit. Ich rede nicht von der dunklen Schichte, die man im Herbste in einigen Ländern beobachtet, und welche ziemlich tief in den Winter hinein, wegen der

Nähe des Meers, im Norden von Europa hervorgebracht wird: denn diese Schichte ist nur eine Modifikation der Nebel, von denen sie sich bloß dadurch unterscheidet, daß die Verwandlung der Dünste in Bläschen nur in einer gewissen Höhe anfängt, wo die Wärme merklich geringer ist als in der untern Luft. Die gebirgigten Länder haben uns ein Mittel verschaft, dies Phänomen von den wirklichen Wolken zu unterscheiden, weil es gewöhnlich in ihren Thälern eingeschlossen ist; wo es von den Flüssen und Seen so lange hervorgebracht wird, als die, von diesen großen Wassermassen im Sommer erlangte, Wärme, ihre Temperatur merklich wärmer macht als die der Luft Das Barometer steht gewöhnlich hoch, wenn die Nebel, sie mögen niedrig oder erhaben seyn, die großen Thäler in den Gebirgen einnehmen; die Gipfel derselben, sogar von mittelmässiger Höhe, erheben sich immer über ihre Schichte; die Luft ist alsdann auf diesen Gipfeln sehr heiter, und auf den Ebnen außer dem Bezirk der Gebirge ist es gleichfalls schönes Wetter. Wenn man z. B. im Herbste bey schönen Wetter, von Bourgogne oder Franche-Comte' nach der Schweitz reiset, oder von Italien nach Valais und Savoyen und auf die Höhe der Päße, welche die großen Thäler des Jura und der Alpen überreichen, gelangt; so sieht man sehr oft diese Thäler vom Nebel angefüllt: beym Herabsteigen kömmt man in die dunkle Schicht, und oft geht man durch sie: alsdann trift man unten die Luft wieder durchsichtig an, sieht hier aber keine Sonne mehr. Dasselbe Phänomen findet in einigen Ebnen Statt, wegen der Flüsse, Moräste oder der Nachbarschaft des Meers; es ist aber nicht so leicht, es hier von demjenigen, welches ich jetzt betrachte, zu unterscheiden.

§. 837.

§. 837.

Das trübe Wetter, wovon ich reden wollte, hat zu jeder Jahrszeit Statt; und folglich keine Verbindung mit dem Unterschiede in der Temperatur der großen Wassermassen und der Luft: es wird durch wahre Wolken hervorgebracht, worunter ich die Haufen von wässrigen Bläschen verstehe, welche in der Luft durch die Ursache des Regens selbst gebildet werden; deren Schichte die Gipfel ziemlich hoher Gebirge übersteigt, und die ich selbst oft sich über den Mont-Blanc erstrecken gesehen habe. Indem ich von der Dauer der Wolken handelte, habe ich gezeigt, daß sie nicht von der Dauer desselben Haufens von Bläschen, sondern von der Bildung neuer Bläschen, in dem Maaße wie davon verdünstet, herrühre. Die Ursache des Regens wirkt also beständig fort, in diesen Schichten; sie hat hier aber nicht genung Intensität, um die Verdünstung zu übersteigen: wodurch dieses Phänomen einige Aehnlichkeit mit dem, bey großen Seeen ohne Ausfluß, hat, wie z. B. das Caspische Meer ist, wo das Wasser nicht zunimmt, obgleich die Flüsse es beständig zuführen. Wenn diese Schichten von Wolken einige Tage gedauert haben; so zerstreuen sie sich oft, ohne daß es geregnet hätte; ein andermal regnet es, und der Regen ist alsdann bald anhaltend, bald abbrechend. Da nun die unmittelbaren Ursachen dem Gange ihrer Wirkungen folgen müssen; so zeigen uns also diese Phänomene neue Charaktere von der unmittelbaren Ursache des Regens, und können sie zu entdecken dienen.

§. 838.

Wenn ich nunmehr die vorigen Bemerkungen zusammennehme; so folgt daraus ein allgemeiner und sicher

charakteristischer Unterschied, zwischen der Ursache des Regens und der von dem Verschwinden der wässrigen Dünste in der Luft: daß dieses letzte mit einem bestimmten Umstande, nämlich der Gegenwart der Sonne über dem Horizont verbunden ist; da hingegen die erste bis jetzt keine bekannte Verbindung mit irgend einem Umstande hat, ausgenommen mit gewissen Winden, aber auf eine sehr dunkle Weise. Dieses leitet mich auf die Bemerkung; daß, obgleich die Bildung der Wolken und des Regens sicher das Umgekehrte von der Verwandlung der Dünste in Luft sey, und folglich von den unmittelbaren Ursachen dieser Phänomene eine die umgekehrte der andern seyn müste, es nicht nothwendig ist, daß die merkbaren Umstände, welche mit ihnen verbunden seyn können, auch die unmittelbaren Charaktere umgekehrter Ursachen an sich tragen; wie die, von der Bildung der Dünste und ihrer Zerstörung, von denen eine, die Zunahme, und die andre die Abnahme der Wärme ist. Die Sonnenstrahlen bewirken sehr wahrscheinlich die Verwandlung der Dünste in Luft: um aber zu wissen, wie die Luft darauf wieder in den Dunstzustand gelangen könne, und davon die Ursache in irgend einem merklichen Umstande zu entdecken; müste man zum wenigsten wissen, wie die erste dieser Operationen vorgehe, welches ich nicht zu kennen behaupte. Wir sind also noch weit vom Ziele der Laufbahn entfernt, in den Untersuchungen über die chemischen Ursachen der meteorologischen Phänomene, und bis jetzt können wir sogar hier nur tappend weiter gehen.

§. 839.

Endlich will ich, sowohl zum Beweise, daß man in der That die Bahn, die ich zu eröfnen suche, eingehen müsse, als zum neuen Führer auf derselben, anmerken: daß

daß die oft sehr große Höhe wirklicher Wolken, bey ihrer ersten Erscheinung, ihren Ursprung in die Gegend versetze, wo es am wenigsten zu vermuthen steht, daß sie hier aus dem unmittelbaren Produkte der Ausdünstung gebildet seyn könnten, weil hier ein gewöhnlicher Grad von Trockenheit herrscht, der jede Idee dieser Ursache ausschliest. Und in derselben trocknern und auch merklich dünnern Luft, als die Luft in den Ebnen ist, sammelt sich die ausdehnbare Substanz, deren Vermischung mit der Luft davon einen Theil in wässrige Dünste verwandelt, weil sie entweder in hinlänglichem Ueberflusse vorhanden ist, oder vielleicht durch die Zusammenkunft irgend eines eben so unbekannten Umstandes, als diese Substanz selbst.

Zweyter Abschnitt.

Von den Winden, welche vor dem Regen vorausgehen und ihn begleiten.

§. 840.

Die Theorie der Winde, so wichtig sie auch für die Meteorologie wäre, ist noch sehr wenig weiter gebracht *). Es giebt ohne Zweifel eine allgemeine Ursache der Winde, nämlich der jährliche Lauf der Sonne: aber diese Ursache allein betrachtet, müste regelmäßige Winde hervorbringen, deren Gang sodann mit dem der Jahreszeiten verbunden wäre; und es fehlt sehr viel, daß man eine solche Verbindung unter den Phänomenen gewahr würde. Man erblickt auch eine Ursache, weswegen die Südwinde für uns Süd- West, und die Nordwinde Nord-

*) Theorie des vents &c. par Mr. de la Coudrage.

Nord-Ost werden können; nämlich den Unterschied in der Schnelligkeit der Bewegung der Erdoberfläche unter unserm Parallelkreise, und der Geschwindigkeit unter dem Aequator oder in der Polargegend. Wenn die Luft, welche den Aequator verläßt, hier ruhig war; d. h. wenn sie sich eben so schnell hier bewegte als die Oberfläche der Erde, und, indem sie in unser Klima gelangt, hier noch einen Theil ihrer Bewegung in dieser Richtung beybehält; so muß sie der Oberfläche der Erde in derselben Richtung, nämlich von Westen nach Osten zuvorkommen, und also Süd-West werden. Die umgekehrte Ursache würde für uns die Nordwinde in Nord-Ost verwandeln. Endlich giebt es noch eine regelmässige aber schwache Ursache von Bewegung in der Atmosphäre, nämlich den Unterschied in den täglichen Ständen der Sonne, welcher bey sonst ruhigem Wetter macht, daß die Morgenröthe mit einem kleinem Ostwinde und der Sonnenuntergang mit einem kleinen Westwinde begleitet ist; aber die geringsten verschiedenen Bewegungen in der Luft machen jene verschwinden.

§. 841.

Dieses sind, sage ich, die am besten bekannten Ursachen von Bewegung der Luft in der Atmosphäre; aber es muß noch andre und mächtigere geben, weil so wenig Uebereinstimmung unter diesen ersten und den Winden ist. Es sind ohne Zweifel noch zwey andre Ursachen übrig, wovon die eine das Umgekehrte der andern ist; nämlich die Ausdünstung und der Regen: wenn man sie aber auf die gewöhnliche Weise betrachtet, so werden es sehr schwache Ursachen seyn. Die Ausdünstung wirkt unverändert an der ganzen Oberfläche der Erde, und ob sie gleich ohne Zweifel häufiger in den Gegenden ist, die eine stärkere Hitze leiden, und diese Gegenden unverändert

dert variiren, so sind ihre Verändrungen doch so langsam, und die Unterschiede in der Wärme von Ort zu Orte so unmerklich, daß daraus keine heftige und plötzliche Bewegung in der Luft entspringen könnte. Das Umgekehrte der Ausdünstung, nämlich der Regen, wirkt weit heftiger: aber dieselben Gründe, welche beweisen, daß der Regen nicht aus dem unmittelbaren Produkte der Ausdünstung gebildet seyn könne, zeigen auch, daß die bloße Präcipitation dieses Produkts in einer Luftschichte hier kein hinlängliches Vakuum bewirken könne, damit die umgebende Luft sich dahin mit Heftigkeit begebe.

§. 842.

Inzwischen scheint es doch, daß sehr heftige Winde mit dem Regen in Verbindung stehen; und Herr von Sauſſure der seine Aufmerksamkeit auf alle meteorologische Phänomene gerichtet hat, erwähnt ihrer auch: da er aber die gewöhnliche Meinung, über die Ursache des Regens selbst, beybehalten hat, so dünkt mich nicht, daß er diese plötzlichen Bewegungen der Luft erklärt habe. Ich habe bereits oben (§. 664.) gezeigt, daß die Idee, die er sich von Orkanen, die durch Verdichtung der Dünste in Regen entstehen, entworfen hat, seinen eignen Versuchen, über die Menge von Dünsten, welche die Luft enthalten könne, entgegen sey; und ich will jetzt zeigen, daß dieselben Versuche und andre Betrachtungen gleichfalls einer andern Gattung von Winde entgegen sind, welche nach seiner Voraussetzung aus der Verdünstung während des Regens entspringt. Folgendes sagt er hierüber im IIten Kap. seines IVten Versuchs über die Hygrometrie §. 283. u. f.

„Wenn

„Wenn es Fälle giebt, in welchen der elastische Dunst durch seine plötzliche Verdichtung Winde hervorbringt; so giebt es auch welche, wo er, durch Erweiterung der Luft in dem Augenblicke da er sich bildet, sie verursacht. Dies ist sogar ein sehr bekanntes Phänomen, wovon man aber keine hinreichende Erklärung gegeben hat. Man sieht zuweilen eine Regensäule, so zu sagen auf einer Ebne oder in einem Thale umhergehen; der Wind geht vor ihr her, hört auf wenn sie ankömmt, entsteht wieder wenn sie vorüber ist, und geht immer von dem Mittelpunkte des Raumes aus, den sie einnimmt. Die Leute sagen, daß es die Regentropfen sind, welche durch ihr Fallen die Luft von allen Seiten vertreiben. Die Abgeschmacktheit dieser Meinung fällt in die Augen. Das Fallen dieses Wassers bringt ein kleines, so zu sagen, intestinales Verrücken derjenigen Theile der Luftsäule hervor, durch welche der Regen fällt, und kann einen Theil von derselben Säule nicht weit wegtreiben. Was das Volumen des Regens betrift, so ist es selten in einer halben Stunde einen halben Zoll hoch, und das Hinzukommen einer so geringen Menge könnte keinen merklichen Wind auf einige Weite hervorbringen. Es ist also nicht der Regen selbst, es ist der elastische Dunst, in welchen er sich zum Theil verwandelt. In der That gelangt der Regen, indem er oben aus den Gewölken fällt, in eine Luft die noch nicht gesättigt ist, und fällt auf eine oft heiße und trockne Erde. Es muß sich also eine beträchtliche Menge von elastischem Dunste bilden, dessen tausendmal größeres Volumen, als das Wasser, woraus er entstanden ist, in der Luft eine merkliche Ausdehnung bewirken muß. Und die Feuchtigkeit des Windes selbst, welcher aus dieser Regensäule fährt, zeigt den Dunst an, von dem er seinen Ursprung hat.“

„Der-

„Derselbe Grundsatz giebt von den plötzlichen und heftigen Windstößen Rechenschaft, welche die Seeleute Wirbelwinde (grains) nennen, und durch das Fallen eines Regens oder einer Wolke hervorgebracht zu seyn scheinen. Wenn die unteren stark erwärmten, und also nach Dünsten begieriger gewordenen Luftschichten auf einmal von einer Menge, sehr zertheilten und dadurch selbst einer schleunigern Verdünstung fähigern Wassers, durchstrichen werden; so muß sich gleichzeitig eine hinlänglich beträchtliche Menge von elastischem Dunst bilden, um der Luft einen heftigen Stoß zu geben, und um einen Windstoß oder einen augenblicklichen Sturmwind hervorzubringen. Und wenn zwey oder drey von diesen Regensäulen auf einmal in geringer Entfernung von einander herabfallen; so befindet sich ein, dem Kampfe dieser stürmischen Ströme ausgesetztes, Schiff in der grösten Gefahr.“

§. 843.

Ich könnte ein argumentum ad hominem gegen diese Idee des Herrn von Saussure gebrauchen; denn wir haben oben (§. §. 600. 595.) gesehen, daß er voraussetzt, daß die Gewitter und sogar jeder Regen von dem Aufsteigen von Dünsten herrühren, die sich in den kalten Gegenden der Atmosphäre verdichten. Nach dieser Hypothese nun, könnte hier keine sehr merkliche Verdünstung der Regentropfen in den Säulen selbst, welche dazu das Wasser hergeben, Statt haben. Da ich aber diese Hypothese nicht zulasse; so halte ich mich, bey dem daraus entspringenden Einwurfe, nicht auf. Indem Herr von Saussure die Wirbelwinde zum Beyspiel wählt; so hat er den wirklichen Einwurf, den ich gegen seine Theorie zu machen habe, einfacher gemacht. Denn es betrift hier nicht mehr ein heißes und trecknes Land, welches er anfangs voraussetzte, wo-

bey man begreifen könnte, wie sich hier neue Dünste erhöben; es kömmt hier die Oberfläche des Meers in Betracht, welche hinreicht, um Dünste, einer, durch starke Erhitzung sie aufzunehmen begierig gewordenen, Luft zu verschaffen. Auf dem Meere also, kann man sich keine neue Erzeugung von Dünsten durch Verdünstung der Regentropfen denken; wenigstens nicht in solchem Ueberflusse, daß daraus ein Gewitter entstehen könnte. Ich habe einmal einen sehr heftigen Wirbelwind ausgestanden, indem ich von Holland nach England übersetzte; er war in nichts von den Gewitterplatzregen unterschieden, die man auf festen Ländern erfährt. Der Wind war sehr heftig vor dem Fallen des Regens; er fuhr mit derselben Heftigkeit fort, so lange das Gewölk sich über uns entlud; die Höhe aus der der bloße Regen, d. h. ohne mit überladenen Bläschen vermischt zu seyn, herrührte, war sehr geringe, und daher in dem Sinne, wie Herr von Sauſſure sich vorstellt, wenig wirksam; denn das Gewölk selbst, schien uns zu umhüllen. Man hatte alle Segel beygelegt, bis auf dasjenige, wodurch man dem Steuerruder einige Kraft geben muste, und welches abwechselnd in entgegengesetzten Richtungen aufgeblasen wurde: welches das gefährliche bey diesen Ungewittern ausmacht; dieses hörte erst auf, als das Gewölk anfieng sich zu zerstreuen, welches in geringer Entfernung von uns geschahe.

§. 844.

Man muß also zu einer andern Ursache seine Zuflucht nehmen, um die Winde zu erklären, welche die plötzliche Bildung und Zerstörung der Wolken begleiten, und diese Ursache findet sich in der allgemeinen Idee, die ich, über die Rückkehr der Luft in den Dunstzustand, vorgetragen habe. Wir wissen schon aus Erfahrung,

daß

daß in dergleichen Fällen, eine große Zunahme in dem Volumen des ausdehnbaren Fluidums Statt haben könne; die plötzliche Explosion die sich ereignet, wenn man inflammable Luft mit dephlogistisirter oder gemeiner entzündet, ist davon die Wirkung: der wässrige Dunst, welcher auf einen Augenblick die Stelle der zerstörten Luftarten einnimmt, hat weit mehr ausdehnende Kraft als sie; wenn er frey wäre, würde er also einen weit größern Raum einnehmen. Der erzeugte Dunst zerstört sich plötzlich in verschlossenen Gefäßen, weil er hier für die Temperatur zu dicht ist: wenn man aber diese Luftarten in der Pistole des Herrn Volta entzündet, und der sogleich außerhalb verbreitete Dunst sich mit der freyen Luft vermischt, so erhält er sich hier, und vermehrt gewiß ihr Volumen. Alsdann also, wenn die Luft sich in der Atmosphäre in Wasserdünste verwandelt, obgleich es durch eine verschiedene Verbindung geschehen mag, ist kein Zweifel, daß daraus eine ähnliche Zunahme in dem Volumen der Schichte erfolge, die mit diesen Dünsten vermischt ist, und daß dadurch mehr oder weniger Bewegung in der Atmosphäre entstehe, es sey an dem Orte, wo diese Veränderung vorgeht, oder auf eine größere oder geringere Entfernung. Wenn die Erzeugung der Wolken langsam geschieht, wenn sie einen sehr großen Raum in der Atmosphäre umfaßt, und in einer sehr großen Höhe vorgeht; so kann man nur sehr wenig Bewegung in der Luft unter ihrer Schichte gewahr werden: indem die Säulen derselben sich auf gleiche Weise verlängern, und sich auf die entfernten Länder ergießen, so bringen sie Winde hervor, deren Ursache man hier nicht besser erblickt, als man sie selbst an dem Orte, wo sie ihren Ursprung nehmen, gewahr wird. Wenn aber die Erzeugung der Wolken sehr plötzlich ist, wenn sie nur einen kleinen Raum ein-

nimmt, und in einer geringen Höhe vorgeht; welches der Charakter der Gewittergewölke ist, so können daraus, an dem Orte selbst, wo sie sich bilden, durch die plötzliche Ausdehnung des Mittels sehr heftige Winde entstehen.

§. 845.

In diesem System hat ferner die Bildung der Regentropfen weit mehr Kraft, eine neue Art von Winden hervorzubringen, als sie nach dem gewöhnlichen System hat, woraus nur unmerkliche Bewegungen in der Luft entspringen könnten. Denn dies System begreift nur das unmittelbare Produkt der Ausdünstung, dessen Menge jederzeit sehr geringe ist: anstatt daß nach dem meinigen, die allmählige Erzeugung der Dünste in dem Schooße der Luft selbst, ohne bekannte Gränze ist; ihr Anhäufen in der Form von Bläschen, kann ungeheuer seyn, und wenn sie sich in Tropfen auflösen, muß daraus ein sehr großes Vakuum entspringen. Herr von Saussure hat noch diese Distinktion zwischen den Dünsten und Bläschen gemacht, was die Menge ihrer Anhäufung anbetrift. Nachdem er angemerkt: (Versuche über die Hygrometrie §. 275.) „daß, wenn die Luft nur das Wasser, was sie auflösen kann, enthalten könnte," (was ich das unmittelbare Produkt der Ausdünstung nenne) „diese Menge von etwa 10 Gran im Kubikfuß nie einen beträchtlichen Regen hervorbringen würde," (vorzüglich wenn man betrachtet, daß der Regen beständig aus einer besondern Luftschichte herrührt); macht er diese Distinktion in Absicht der Wolken: „Wir kennen keine Gränze, in der Anhäufung der Bläschen die sie bilden, wenn es nicht die ihres gegenseitigen Berührens ist. Man hat Wolken von solcher Dicke gesehen, daß sie am hellen Mittage gänzlich das Licht auf-

fiengen,

fiengen, und eine nächtliche Finsterniß verbreiteten.“ Ich habe gezeigt (§. 591. u. ff.) daß diese Anhäufung der Bläschen nicht von dem unmittelbaren Produkte der Ausdünstung herrühren könnte: aber nach meinem System schränkt kein bekannter Umstand die Idee von einer großen Erzeugung dieser wässrigen Bläschen in dem Schooße der trockensten Luft selbst ein. Wenn also diese Bläschen in großem Ueberflusse die Stelle der Luft einnehmen, und sich in ordentliche Tropfen verwandeln, so muß daraus in den Schichten die sie enthielten, eine, der von Erzeugung der Dünste entgegengesezte, Wirkung entstehen, und selbst in einem größern Grade, weil in dem Augenblicke der Zerstörung der Bläschen, alle Luft, die sich in Dünste verwandelt hatte, auf eine gleiche Wassermasse reducirt ist.

§. 846.

Die Wirkungen der Zerstörung der Wolken auf die Bewegungen der Luft, müssen eben so mannigfaltig seyn, als diejenigen, welche ihre Bildung begleiten. Wenn diese Zerstörung sich gleichförmig in hohen und sehr ausgebreiteten Wolken zuträgt; so kann ihre Wirkung, so wie die der Bildung dieser Wolken, unter ihnen nicht wahrgenommen werden; und in vielen Fällen sogar können die beyden entgegengesezten Wirkungen einander aufheben. Es verhält sich aber nicht eben so mit den Gewittergewölken, welche große isolirte Massen bilden, die fast immer mit Bläschen überhäufter, als die bloßen Regenwolken, und meistens sehr niedrig sind; kurz so, wie Herr von Sauſſure sie oben beschrieben hat: denn man begreift, daß die plözliche Zerstörung dieses großen Haufens von Bläschen, schleunig die Rückkehr der Luft verstatten muß, welche kurz zuvor durch die Bildung der Dünste vertrieben wurde. Ich will die Verbindungen

nicht aus einander setzen, deren diese verschiedenen Wirkungen fähig sind: und nur anmerken, daß wir nöthig hatten, Ursachen für die anhaltenden und regelmäßigen, so wie für die plötzlichen und Sturmwinde aufzufinden; und daß die allgemeine Idee von einer Verwandlung der Luft in Wasserdünste und der Zerstörung der lezten durch ihren Ueberfluß, dadurch einen neuen Grad von Wahrscheinlichkeit erhalte, daß sie uns unmittelbare Ursachen vom Winde zeigt.

Neuntes Kapitel.

Allgemeine Bemerkungen über die Natur der Wirkungen und Ursachen in der Atmosphäre, welche diesem Werke zum Schlusse dienen.

§. 847.

Die Geschichte des menschlichen Verstandes kann mit der von einzelnen Menschen verglichen werden. Das Kind ist dreist, der Jüngling furchtsam; aber der erwachsene Mann kennt zugleich die Ausdehnung und Schranken seiner Kräfte, und geht die Mittelstraße zwischen Zutrauen und Mistrauen. Die Alten, welche nur von der Natur die merkbarsten Wirkungen kannten, waren sehr kühn in ihren Systemen: daher die des Epikur's, Demokrit's, Lucrez, und des Descartes. Zu den Zeiten dieses lezten Philosophen, war die Experimentalphysik erst im Werden, hatte den Verstand noch wenig aufgeklärt, und Descartes erlaubte sich ungegründete Hypothesen: sobald sie sich aber ausbreitete, und man die nahen Ursachen von einigen Phänomenen zu entdecken anfieng, wurde man bey den allgemeinen Ursachen furchtsamer

samer, und hörte sogar fast gänzlich auf sich damit zu beschäftigen. Fangen die Kenntnisse der Natur nicht an, einen Grad zu erreichen, wo man, zwischen der kühnen Unwissenheit und der Schüchternheit, welche die ersten Entdeckungen alter Irrthümer einflösten, in der Mitte bleiben sollte?

§. 848.

Die Chemie war eines von den größten Hülfsmitteln, wahre Einsichten in der Physik auf unsrer Erde zu erlangen, und sie ist auch bey der Physik des Universums nicht ohne allen Nutzen. Die Chemiker sind nach den Feldbebauern die ersten, welche einige Gewalt über die Natur ausgeübt haben, und wenn der Anfang dieser Wissenschaft die Alchemie hervorbrachte, so muß uns dies nicht wundern, weil sie noch in ihrer Kindheit war. Die ersten Chemisten hatten keine Kenntnisse von den unmittelbaren Ursachen: sie hatten gewisse Wirkungen der merkbaren Substanzen auf einander, die, wie sie es nannten, auf dem nassen und trocknen Wege hervorgebracht wurden, bemerkt und hernach immer näher entdeckt: sie glaubten an vier Elemente, an deren Zergliederung sie nicht einmal dachten; und da sie nur auf eine empirische Weise verfuhren, waren ihre Systeme über die Ursachen ohne alle wirkliche Idee von Verhältniß der Ursache zur Wirkung: ihre dunklen Ideen, welche nur von denen, die für ihre Wissenschaft enthusiastisch eingenommen waren, begriffen werden konnten, haben einige Philosophen glauben gemacht, daß kein solches Verhältniß in der Natur vorhanden sey; so daß ihre zu große Kühnheit zu viel Schüchternheit hervorbrachte.

§. 849.

Wie hätten die alten Chemisten sich richtige Ideen von den Ursachen, die in ihrem Laboratorium wirkten, machen können? Sie kannten die Art nicht, wie selbst Luft, Feuer und Wasser hier wirkten; sie wußten weder die Zersetzung dieser Substanzen (die sie für einfach hielten), noch die verschiedenen Affinitäten ihrer besondern Theile, noch die sonderbaren Gestalten, die sie annehmen könnten. Die Bildung und Zerstörung der ausdehnbaren Flüssigkeiten, auf deren Studium sich unser Zeitalter mit so großem Rechte legt, ist ein sehr grosser Schritt in dem Studium der Natur, und ich bin geneigt, ihn für ein Kennzeichen, wenn auch nicht von der wirklichen Gegenwart, wenigstens von der Herannäherung des männlichen Alters des menschlichen Verstandes zu halten. Die wahren Kenntnisse, die daraus täglich entspringen, erwecken ein gegründetes Mistrauen gegen jedes System, das sich nicht zuerst auf unumstößlich festgesezte und deutlich bestimmte Thatsachen stützt: sie flössen aber zugleich verschiedene Grade von Zutrauen zu denen ein, die mehr oder weniger diesen ersten Charakter an sich tragen; ob sie sich gleich über die Gränzen unsers Wahrnehmungsvermögens erstrecken, wenn man nur zugleich hier nie von den Regeln einer strengen Analogie abweicht.

§. 850.

Es ist seit einiger Zeit unumgänglich nöthig, die Grundsätze der Chemie, über alle Substanzen, die wir unmittelbar durch die Sinne entdecken werden, hinaus zu erstrecken: denn eine jede von dieser ist als Compositum anerkannt, welches nicht sowohl als Ganzes, sondern durch irgend einen seiner Bestandtheile, Wirkungen her-

hervorbringt oder leidet. Von allen feinsten Bestandtheilen der Substanzen nun, ist das Licht der einzige, welcher unsre Sinne in einem einfachen Zustande rührt, alle andre entwischen ihnen, oder sind unbekannt: wir verfolgen aber mehrere auf ihrem Wege von Substanzen zu Substanzen, bis in die ausdehnbaren Flüssigkeiten, durch die besondern Phänomene, die sie hier hervorbringen: und diesen Phänomenen gemäß, haben wir keinen mehrern Grund an dem Daseyn dieser an sich selbst unbekannten Bestandtheile, als an dem der merkbaren Substanzen zu zweifeln.

§. 851.

Inzwischen entweichen uns noch die Ursachen von vielen Phänomenen, und es scheint, daß uns noch dieselbe Leere in der Chemie diskreter Substanzen übrig bleibe, welche unsre Vorfahren in der von concreten Substanzen hatten. Der große Schritt also, den wir gethan haben, indem wir die Chemie auf die ausdehnbaren Flüssigkeiten sich erstrecken ließen, ist nur noch eine Leiter, um uns in der Stufenfolge der Ursachen höher zu erheben. Der Verstand hat angefangen, die Stelle der Sinne einzunehmen, um den Spuren der Wirkungsmittel, wenn sie der Beobachtung entweichen, zu folgen; er urtheilt, aus den Phänomenen der merkbaren Substanzen, über die Gegenwart derer, die durch Verdünnung unmerklich geworden sind; er bestimmt sogar schon die Natur ihrer Wirkungen und die Modifikationen, die sie in diesem unmerkbaren Zustande erleiden; um uns aber bey den großen Phänomenen der Natur noch weiter zu führen, müste er sich noch unabhängiger von den Sinnen machen; auf ihre Erinnerungen nicht achten, um über das Daseyn und die Wirkungen, von Substanzen, die im Stande sind gewisse Phänomene

hervorzubringen, zu urtheilen; er müste nicht darauf achten, meyne ich, daß unsre mechanischen oder physischen Maaßen ihm Vermehrungen oder Verminderungen in Masse oder Volumen anzeigen, um die Gegenwart von physischen Wirkungsmitteln vorauszusetzen, so bald physische Wirkungen da sind. Denn wir haben täglich, in Betracht der merkbaren Substanzen selbst, mehr Grund zu glauben, daß ein großer Theil der Phänomene, die wir sie hervorbringen sehen, von unmerkbaren Bestandtheilen abhänge.

§. 852.

Bis dahin glaube ich nicht vielen Widerspruch von Seiten aufmerksamer Physiker zu finden; denn mich dünkt, daß dies die unmittelbare Folgerung aus allen neuen Resultaten der Experimentalphysik sey *); mir scheint aber, daß sie uns, durch viele Phänomene, deren Ursachen wir nicht gewahr werden und die sich selbst ohne bestimmte Gesetze befinden, noch weiter führe. Die neuen Erklärungen, die uns die Chemie gegeben hat, sind aus der Entdeckung neuer Substanzen entsprungen; dieses scheint anzu-

*) Im Journal de physique vom Monathe Aprill steht eine Abhandlung von Herrn Sennebier über das Phlogiston, die zu diesem Schlusse paßt. Man sucht jetzt sich des Phlogistons als eines unnützen Wesens zu entledigen: glückt dies, so wird es nur geschehen, indem man an seine Stelle andre, eben so an sich unbekannte Wesen schiebt. Was die Frage selbst betrift: so scheinen die Bemerkungen des Herrn Sennebier zu zeigen, daß sie noch bey weitem nicht entschieden sey: und die Schwierigkeit wird noch zunehmen, wenn ein Werk des Herrn Kirwan, das jetzt unter der Presse ist, herausgekommen seyn wird.

anzuzeigen, daß unsre Fortschritte in der Kenntniß der Natur, auf diese Gattung von Einsichten ankommen: bis jetzt aber hat man nur an Substanzen gedacht, die unsre Sinne unter irgend einer Gestalt rühren könnten, ehe sie ihnen, durch Verdünnung oder Veränderungen dem Anscheine nach entwischen: und dennoch hindert nichts, daß nicht so zarte Substanzen existiren sollten, die wir, ob sie gleich große Wirkungen hervorbringen, weder durch sich selbst noch durch irgend eine Vermehrung der Masse oder des Volumens bey andern Substanzen, gewahr werden könnten. Ein einziges Beyspiel wird dienen, diese Möglichkeit zu unterstützen. Wenn das Licht das Auge nicht rührte, indem es sich von den Phosphoren entwickelt, oder wenn es darauf von den Körpern reflektirt wird; so könnte uns nichts von seinem Daseyn benachrichtigen. Man begreift leicht, daß ich diesen besondern Umstand bey Seite setze, daß, ohne Gesichtsorgan und dessen Gegenstande die Hellheit, wir nicht im Stande wären, uns mit der Chemie zu beschäftigen. Man kann leicht diesen Umstand weglassen, und blos betrachten; daß das Licht, in welchem Uebermaaße wir es auch sammeln könnten, kein merkliches Gewicht habe; daß es keinen Druck, den wir wahrnehmen könnten, ausübe; und daß, sobald die Körper, die es im grösten Ueberflusse verschlucken, ihm lange ausgesetzt worden sind, so viel andre Substanzen an den Verändrungen, die ihnen begegnen, Theil nehmen, daß wir daraus nichts über dasselbe selbst schließen könnten, wenn es alsdann nicht unsern Augen verschwände. Welche Veränderungen bringt es inzwischen nicht in den Substanzen hervor, mit denen es sich verbindet! Welche Verwüstung würde nicht in der Natur erfolgen, wenn diese einzige unfühlbare Substanz vernichtet würde!

§. 853.

Ich glaube also, daß Substanzen existiren können, die zu den Phänomenen des Universums eben so wesentlich sind als das Licht; eben so impalpabel als jenes, wenn sie auf die merkbaren Substanzen wirken, und welche, da sie durch sich selbst keinen von unsern Sinnen rühren, beständig imperceptibel bleiben werden. Ich kenne aber den Widerspruch vieler Physiker gegen die Annahme von Wesen, die niemals, ob man sie gleich für materiell hält, durch die Sinne an sich selbst empfunden werden können; so daß noch Zeit nöthig ist, ehe dieser Widerspruch allem demjenigen weiche, was, wie mir scheint, jetzt seine Ungegründtheit darthut: ich überlasse also die Entscheidung der Zeit, und setze hier nur hinzu; daß man sie wenigstens nicht auf die Maxime stützen könne, daß man ohne Noth keine Wesen voraussetzen müsse; denn es ist die gröste Nothwendigkeit vorhanden, Wesen dieser Art anzunehmen, sobald man die physischen Phänomene erklären will.

§. 854.

Die artifizielle Chemie zeigt uns überall einen Mangel an bekannten Wirkungsmitteln. Daher insbesondre die Mannigfaltigkeit und die Veränderungen in der Meinung über so viele Phänomene, die sich in unserm Laboratorium offenbaren; ob wir hier gleich die Prozesse variiren, und also unsre Muthmassungen den Versuchen unterwerfen könnten. Aber diese Phänomene geschehen alle im Kleinen; und daher erstaunt man weniger, über vielleicht an sich sehr wichtige Umstände, die man täglich wahrnimmt. Man trauet der Genauigkeit in Maaßen und Gewicht nicht; man vermuthet fremden Einfluß, wegen der Gefäße, wegen Ungleichheit der

Substanzen von gleichem Namen, wegen unbekannten Wirkungen der Luft und der Dünste: und wenn man nicht die Fertigkeit hat zu suchen, sich von allem Rechenschaft zu geben, ohne sich mit unbestimmten Erklärungen zu begnügen; so ist man nur wenig über die Anzeigen erstaunt, welche aus dem Mangel der Genauigkeit der Theorieen entspringen. In dem Laboratorium der Atmosphäre aber, wo alle Phänomene an sich selbst eben so groß, als für den Gang der Natur wichtig sind; wo nichts für die Operationen fremdes sie stören kann, daß nicht daraus charakteristische Phänomene entsprängen; wo sich alles auf das Gefäß selbst, d. h. auf die Oberfläche der Erde bezieht, deren besondre Theile, Mineralien, Pflanzen, Thiere, beständig sich ändernde Massen darbieten: müssen die Abweichungen der Theorieen von den Thatsachen uns großen Unterricht geben. Wenn wir aufmerksam die meteorologischen Phänomene in Vergleichung mit unsern physischen Maaßen, dem Barometer, Thermometer, Hygrometer, Elektrometer, Magnetometer, Anemometer, Eudiometer, beobachten; so können wir sie noch nicht auf ein, durch die Gänge dieser Instrumente ausgedrücktes, Gesetz reduciren. Dies zeigt auf eine auffallendere Weise, als alles, was wir in unserm Laboratorium sehen, die Nothwendigkeit an, außer den uns bekannten andre Verbindungen, und auch andre Arten von Bestandtheilen anzunehmen.

§. 855.

Diese meteorologischen Phänomene, deren Ursachen uns noch entgehen, sind zugleich die gemeinsten und wichtigsten in unsrer irdischen Physik. Dies sind die Veränderungen in der Wärme, unabhängig von den Jahrszeiten und Breiten; die in den Winden und der Höhe des stillstehenden Barometers; die Abwechslungen

des

des Regens und heitern Wetters; die Luftelektricität; der Magnetismus in allen Klassen seiner Phänomene; die Verhältnisse des Zustandes der Luft mit unsern Sensationen; die vorübergehenden und selbst lokalen ansteckenden Krankheiten; der geringe Zusammenhang zwischen der Vegetation (sowohl überhaupt als bey gewissen besondern Produkten) und der verschiedenen angemerkten Charakteren der Jahrszeiten. Alle diese großen Naturzüge auf unserer Erde sind noch für uns, was die sie bewirkenden Ursachen betrift, ein Geheimniß, und man würde bey fortgesetzten meteorologischen Beobachtungen abgeschreckt werden, wenn man nicht bedächte, daß die Ursachen, deren Grade in der Intensität unsre verschiedenen Instrumente anzeigen, sicher zu der Anzahl derjenigen gehören, welche auf diese Phänomene Einfluß haben, und daß, wenn man andre entdecken oder vermuthen wird, diese ersten, ihre Wirkungen zu entwickeln und zu bestimmen, beytragen werden.

§. 856.

Wenn man also die Lehren der Natur-Chemie, über die, welche uns die unsrige an die Hand giebt, erhebt, so gedenke ich diese dadurch nicht herabzusetzen; und im Gegentheil betrachte ich sie als eine der ersten Quellen dessen, was wir an wahrer Kenntniß besitzen. Meine Absicht aber ist, bemerken zu lassen, daß die geringsten meteorologischen Phänomene, mit eben der pünktlichen Genauigkeit studiert werden müssen, die wir bey dem Studium einer kleinen Menge Luft in unsern verschlossenen Gefäßen anwenden; und daß jetzt diese ersten Phänomene uns zu Führern bey Untersuchung der letzten dienen müssen. Denn so wie wir nur unvollkommen den natürlichen Gang der Thiere kennen, die wir gezähmt haben; eben so wenig können wir über alle Kräfte und

Modi-

Modifikationen der ausdehnbaren Substanzen urtheilen, wenn sie in unsern Gefäßen eingeschlossen, und oft von so veränderlichen Substanzen als die Flüssigkeiten sind, eingeschlossen werden. Durch das Einschließen, wie es auch beschaffen sey, ordnen sich diese Substanzen nicht nach ihrer specifischen Schwere, und ihre Geschwindigkeit wird verzögert; und durch die sie einschließenden Substanzen selbst, können andre Verwandschaften, als wir vermuthen, sich auf sie ausüben: so daß sie Modifikationen erleiden können, die wir nicht gewahr werden. Diese ausdehnbaren Substanzen können auch unbekannte Bestandtheile enthalten, die wir nicht mit in Rechnung zu bringen wissen: andre Flüssigkeiten können, ohne unser Wissen, damit vermischt seyn, entweder stets oder unter gewissen Umständen, weil sie unsre Gefäße durchstreichen: diese Gefäße, unsre Mauern, unsre Gegenwart selbst, und noch viele andre Umstände, die uns entgehen, können auch die Kraft dieser Bestandtheile modificiren, oder sogar zerstören. Wir geben nicht genau genug Rechenschaft von den Wirkungen, deren unmittelbare Ursachen wir kennen, obgleich diese Wirkungen uns zur Nachweisung über die Modifikationen, welche die Substanzen erleiden, dienen können; dergleichen sind die Zu- und Abnahmen der Feuchtheit, Wärme und Elektricität: und wenn wir auch die gröste Aufmerksamkeit auf diese Veränderungen wendeten, so modificiren alle benachbarten Substanzen sie so schnell in unsern eingeschlossenen Luftarten, daß wir sie nie mit Genauigkeit bestimmen könnten. In der Atmosphäre hingegen, bringen alle Ursachen ihre Wirkungen hervor: die subtilen Flüssigkeiten vertheilen sich hier nach ihrem natürlichen Hange; sie können hier sich bilden und zerstören, verschiedentlich in verschiedenen Zeiten, Böden und Klimaten: die Winde, die wir bis jetzt nur als mehr

oder weniger heftig warm oder feucht betrachtet haben, können in Betracht dieser Flüssigkeiten wichtigere Funktionen verrichten, als alle, die wir ihnen bis jetzt zugeschrieben haben. Mit einem Worte, es wirken beständig große allgemeine Ursachen in der Atmosphäre, deren unsre eingeschlossene Luft beraubt ist: und nur, wenn man die Meteorologie und Chemie gemeinschaftlich handeln läßt, können wir uns vor Irrthümern sichere und in beyden einige Schritte der Wahrheit näher zu kommen hoffen.

§. 857.

Ich kann mich aber des Gedankens nicht entschlagen, daß unsre Untersuchungen über diese wichtigen Gegenstände immer sehr schwankend bleiben, und daher nur von geringem Erfolge begleitet seyn werden, so lange wir keine hinlänglich sichre Theorie über die Natur der ausdehnbaren Flüssigkeiten, und selbst über die Natur der physischen Wirkungsmittel überhaupt besitzen. Der Gang der Hypothesen, so lange er von Analogie ausgeht, und in dem, was dessen fähig ist, auf die Erfahrung führt, ist sicher der kürzeste, um in den Entdeckungen weiter zu gehen: ohne ihn sind die Fortschritte nur zufällig, und oft liegen uns sogar die Phänomene vor Augen, ohne daß sie uns rühren, weil sie sich an keine Idee, um sie zu unterstützen oder zu widerlegen, anknüpfen. Man wird aber bey Erfindung guter Hypothesen sehr eingeschränkt, wenn uns keine allgemeine Theorieen helfen, welche die Summe von schon beobachteten und bestimmten Phänomenen dem Geiste entgegen halten. Weil nun die ausdehnbaren Flüssigkeiten der vorzüglichste Gegenstand unsrer Untersuchungen in der Physik geworden sind; so muß es sehr wichtig seyn, unter allgemeine Gesetze alles zu sammeln, was uns die

Phä-

Phänomene, über die Natur dieser Flüssigkeiten und ihrer Wirkungen, und über die Stelle, die sie unter den physischen Wesen einnehmen, und über die Art, wie die Veränderungen, die wir sie erleiden sehen, sich ereignen können, bereits lehren. Denn dadurch werden wir a priori das Daseyn von dergleichen Flüssigkeiten begreifen können, indem wir von einigen Phänomenen ausgehen, deren Ursachen uns entweichen, aber deren Charaktere denen bey andern Phänomenen, die wir durch bekannte Flüssigkeiten hervorgebracht sehen, analog sind. Eine solche Theorie wird ohne Zweifel sehr schwer festzusetzen seyn; ich zweifle aber nicht, daß, wenn man einmal ihre Nothwendigkeit zugiebt, man sie durch Vereinigung von Ideeen erhalte; vorzüglich wenn nach dem Beyspiel des Herrn de la Place (in seinen mit Herrn Lavoisier gemeinschaftlichen Untersuchungen über die Wärme) große Mathematiker sich gründlich mit Gegenständen der Experimentalphysik beschäftigen werden.

§. 858.

In der Absicht, diesen Nutzen einer allgemeinen Theorie über die ausdehnbaren Flüssigkeiten festzusetzen, habe ich jederzeit zum Grunde der Untersuchungen, in welche ich mich eingelassen habe, die besondern Gesetze gelegt, die ich bey den Phänomenen, welche ihren Gegenstand ausmachten, wahrzunehmen glaubte; um darauf zu zeigen, wie sie sich hier im Allgemeinen anordneten, und was die Ursachen der Ausnahmen wären. Dies ist eine allgemein befolgte Methode, seit der berühmten und bewunderungswürdigen Theorie über die Schwere, deren außer allem gegründeten Zweifel gesetzte Wichtigkeit und hoher Grad von Genauigkeit, sich immer mehr durch die Arbeiten des Herrn de la Place offenbaren. Man verbindet aber gemeiniglich mit Gesetzen,

setzen, den Begriff von Erklärung der Phänomene, obgleich alle unsre Gesetze, ohne selbst die von jener erwähnten großen Theorie auszunehmen, nur Generalisirungen sind. Wenn die Gesetze einer gewissen Klasse aus schon bekannten Phänomenen gut hergeleitet sind; so umfassen sie hernach, mehr oder weniger genau, diejenigen, welche man von derselben Klasse beobachtet hat, und sie können dazu beytragen, sie zu entdecken oder zu bestimmen, indem man von der Idee ausgeht, daß unter denselben Umständen dieselben Phänomene Statt haben müssen: aber bis dahin weiß man nicht, woher die Verbindung zwischen den Umständen und Phänomenen rühre, welches jedoch zu der Idee einer reellen Erklärung wesentlich ist.

§. 859.

Die Gesetze dienen also nur dazu, die Phänomene nach den bekannten Umständen zu klassifiziren; ihre allgemeinen Charaktere zu bestimmen, so wie die Modifikationen, die sie durch andre Umstände erleiden können: und da diese Umstände selbst Phänomene seyn können, welche gewissen Gesetzen folgen; so dienen die Theorieen auch dazu, die Phänomene unterzuordnen, weil sie auf einander durch mehr oder weniger beständige Verbindungen folgen. Die allgemeinern Gesetze aber stellen nur noch Wirkungen dar, welche folglich von etwas, was sie bewirkt abhängen müssen; dies folgt aus dem Grundsatze, daß keine Wirkung ohne Ursache ist: und zum Beweise, daß das Verhältniß der einfachen Theorieen zu den Phänomenen, die Idee von Verbindung zwischen Ursache und Wirkung nicht einschließe, ist es hinreichend anzumerken; daß ohngeachtet der Theorieen, von denen man täglich so viele nützliche Anwendungen macht, einige Philosophen in Zweifel gezogen haben, ob

es

es in der Natur dergleichen Verbindung gäbe. So ſeltſam dieſe Meinung auch ſey, ſo iſt ſie gewiſſermaaßen durch diejenige autoriſirt, welche man gemeiniglich über Naturgeſetze hegt: und ſie könnte nur gründlich widerlegt werden, wenn man die Idee von dieſen Geſetzen, dem Gange ſelbſt, durch den man ſie erhält, gemäß, feſtſetzt; in welchem Gange man deutlich ſieht, daß die Phänomene hier blos endlich durch Arten von allgemeinen Formeln vorgeſtellt werden.

§. 860.

Wir kennen aber verſchiedene Phänomene, wobey ſich wahre Wirkungsmittel offenbaren, und deren Geſetze aus der Natur dieſer Wirkungsmittel ſelbſt herfließen: und mit dieſem einzigen Charakter kann die Idee einer phyſiſchen Erklärung verbunden werden. Den Phänomenen alſo ein wahres und beſtimmtes Wirkungsmittel zuſchreiben, das auf eine gewiſſe Weiſe wirkt, woraus folglich gewiſſe Wirkungen entſpringen müſſen, und zu zeigen, daß die Geſetze dieſer Phänomene damit übereinſtimmen: heiſt eine gründliche Erklärung geben. Wir kennen aber ſchon genug Phänomene, die auf dieſe Art mit wahren Urſachen zuſammen hängen, ſo daß wir, vermittelſt der Analogie, dieſe wirklichen Verbindungen der Wirkungen unter ſich in der Natur, noch weiter ausdehnen könnten; indem man ſich hier immer wahre Wirkungsmittel denkt, immer mehr und mehr allgemeine, ſo wie ſie ſich von uns entfernen oder untergeordnete, wenn ſie ſich nähern. Dies muß alſo der Gegenſtand der Unterſuchungen für die rationale Phyſik ſeyn, damit ſie die Experimentalphyſik wirkſam unterſtütze: alsdann werden ihre Hypotheſen richtig beſtimmt

stimmt seyn, sie werden die Analogie zur Stütze haben, und daraus sogar von allen Seiten erwachsen. Was wäre die praktische Mechanik, wenn die Elementarmechanik kein System ihrer Kräfte entworfen, und zum voraus die Gesetze bestimmt hätte, denen sie in ihren Wirkungen folgen? Und dennoch denkt man nur wenig daran, obgleich alles in der Natur Kraft ist, wahre Wirkungsmittel aufzusuchen.

§. 861.

Schon längst von der Nothwendigkeit überzeugt, die Physik aus diesem Gesichtspunkte anzusehen, legte ich daher dem System der mechanischen Physik des Herrn le Sage für mich die gröste Wichtigkeit bey, insbesondre seit dem es sich bis auf die ausdehnbaren Flüssigkeiten erstreckt hatte. Von der Zeit an hörte ich nie auf, es bey meinen Untersuchungen vor Augen zu haben, indem es mir half, die Phänomene von bestimmten und sehr oft wesentlichen Seiten anzusehen. Auf diese Art habe ich mehrmalen nach einer kleinen Anzahl von Phänomenen Gesetze bestimmt, die sich immer mehr in dem Maaße bestätigten, wie man die Beobachtung erweiterte; weil die allgemeinen Ideen, welche mir dies System an die Hand gab, beym bloßen Anschein mich nicht aufhalten ließen.

§. 862.

Indem ich in meinem ersten Werke über die Modifikationen der Atmosphäre die Gesetze aus einander legte, die ich anfangs bey den meteorologischen Phänomenen wahrnahm, und indem ich sie in dem gegenwärtigen erweitere und entwickele; so habe ich mich darauf eingeschränkt, die mechanischen Grundsätze des Systems

stems des Herrn le Sage, mit denen sie in Verbindung sind, anzuzeigen: diese Grundsätze aber, welche zugleich die großen Bewegungen des Universums und das allgemeine Phänomen der Cohäsion umfassen, und dabey die Elemente für die besondern Gesetze der irdischen Phänomene hergeben, scheinen mir für die Fortschritte der Physik so wesentlich zu seyn, daß ich mir vornehme, bald einen Entwurf davon heraus zu geben, den ich aus den Briefen des Herrn de la Place gezogen habe, um für das Werk, welchem ich gegenwärtiges untergeschoben habe, zur Einleitung zu dienen.

Ende.

Entwurf zu neuen Werken.

Das Werk, welches ich nunmehr schließe, enthält alles was am direktesten, sowohl in demjenigen, welches ich nach einem ausgedehnteren Plane geschrieben hatte, als in dem Anhange zum vorigen Theile, zur Meteorologie gehörte: ich nehme mir aber vor, was von diesen ersten Entwürfen noch zurück geblieben ist, in zwey neuen Werken nachzuhohlen; wovon das eine alles enthalten soll, was auf die Hygrometrie Beziehung hat, und das andre wird ein Melange de physique seyn. Dies letztre wird vorzüglich, meine Briefe an Herrn de la Place über das System der mechanischen Physik des Herrn le Sage, die Prüfung der Abhandlung des Herrn Trembley über das Höhenmessen durch das Barometer, den Auszug aus einer Abhandlung über astronomische Refraktionen, und einige andre im Anhange zum ersten Theile gleichfalls angekündigte Gegenstände, in sich schließen.

Vielleicht werde ich noch mit demselben Werke, einige weitere Nachrichten über meine elektrischen Apparate verbinden: Herr Ger. Adams und Herr Hurter haben es unternommen sie auszuführen, und es kann daraus einige Veränderung in ihrer Einrichtung erfolgen. Wenn die Physiker Instrumente erdenken und ausführen, so wenden sie selten die den Künstlern gebräuchlichen Mittel an; und wenn diese sie hernach unternehmen, so muß man sie oft auf diese Mittel zurückführen, weil ihre Arbeiter es einmal so gewohnt sind. Wenn also daraus eine wesentliche Veränderung bey meinen elektrischen Apparaten erfolgen sollte, so würde ich es in demselben Bande anführen.

Das andre Werk, welches ich mir vornehme, wird weitere Betrachtungen der Hygrometrie, die ich in diesem weggelassen habe, enthalten. Ich glaube gezeigt zu haben, wie wichtig dieser Zweig der Physik für alle andre ist; und aus diesem Grunde glaubte ich, ehe ich noch alle meine Plane sie zu vervollkommnen ausgeführt hatte, mein Hygrometer den Physikern und Künstlern in die Hände bringen zu müssen, um die Festsetzung eines solchen Instruments zu beschleunigen *). Dies kündigte ich schon im §. 450 an; wo ich von den Herrn Nairne, Blunt und Hurter sagte, daß sie zuerst das meinige unternommen hätten, und ich will jetzt von ihrem Erfolge Rechenschaft geben.

Im Anfange schreckten die Streifen von Fischbein die Arbeiter fast ab; sie sahen nicht ein, wie man sie leicht verfertigen könnte: wie sie aber, nach der von mir ihnen angezeigten Methode, fortfuhren, daran zu arbeiten, machten sie sich damit bekannt, und verfertigen jetzt diese Streifen eben so gut, und noch genauer als ich.

Das Hygrometer, welches die Herrn Nairne und Blunt unternommen haben, ist dasjenige, von dem ich §. 60. redete, wo die Veränderungen in der Länge des blos durch eine Feder gespannten Fischbeinstreifens, durch einen Vernier oder durch einen Zeiger auf einem Zifferblatte angezeigt werden. Sie verfertigten anfangs 3, von denen 2 ziemlich übereinstimmten, und das dritte wich nur wenig ab. Sie haben seitdem 6 andre geendiget; die sowohl unter sich als mit den beyden andern so gut übereinstimmen, als man es von dem ersten An-

*) Ueber das Hauthygrometer von Herrn Huth S. chem. Ann. 1784. 4. 325.

fange solcher Instrumente erwarten konnte: ich habe die beyden, welche am meisten abweichen, bey mir gehabt, und will ihr Verhältniß anzeigen.

Das erste von meinen Hygrometern, welches Herr Hurter verfertigte, habe ich §. 61. angeführt. Es ist kreisförmig; der Durchmesser seines Zifferblattes so wie der ganzen Maschine, ist 3 $\frac{1}{4}$ Zoll, und seine Höhe 10 Linien: der Fischbeinstreifen windet sich um die Walzen herum, und ist mit messingenen Ringen versehen: seine Veränderungen in der Länge setzen eine Axe im Mittelpunkte in Bewegung. Die ganze Maschine ist offen, und also haben die Dünste hier einen freyen Zutritt. Dieses Instrument, das vielleicht wegen eines stärkern Reibens weniger einer Genauigkeit fähig ist, als das andre, ist ihm jedoch zum gewöhnlichen Gebrauche vorzuziehen: vorzüglich weil der Streifen hier gegen einen Zufall gesichert ist, und man es also ohne große Sorgfalt an Oerter, deren Grad der Feuchtheit man wissen will, bringen, und es in den Zimmern mit geringerer Besorgniß wegen unbehutsamer Domestiken lassen kann.

Das Hygrometer wird zum Gebrauche im gewöhnlichen Leben nützlicher seyn als das Thermometer, und es ist für die Physik sehr wichtig, daß man es allgemein beobachte. Unsre Empfindung unterrichtet uns weit unsicherer von den Verändrungen in der Feuchtheit als in der Wärme, und kann uns sogar bey den ersten hintergehen. Ich habe oftmals von kränklichen Personen sagen hören, daß die Luft feucht wäre; ob es gleich meine Hygrometer nicht anzeigten. Sie schrieben also einem Ueberflusse von wässrigen Dünsten zu, was vielleicht von der Gegenwart eines unbekannten Fluidums herrührte; und es ist wichtig solche Nachrichten zu sammeln.

meln. Daher habe ich ein Hygrometer zu verfertigen gesucht, das von allgemeinem Gebrauche seyn könnte, und ich hoffe, daß das, von dem ich rede, diesen Zweck erfülle. Herr Hurter war im Begriff nach Paris zu reisen, als er das erste von diesen Instrumenten vollendet hatte, und nahm es mit sich. Es blieben noch zwey zu verfertigen übrig, die auch seitdem geendigt sind: ich habe sie beobachtet, und werde ihren Gang gleichfalls anzeigen.

Ich habe §. 97. von meinen zwey ersten Hygrometern mit dem Vernier geredet; sie stimmten sehr gut überein, aber das eine zerbrach, bald nachdem ich es vollendet hatte: ich habe es wieder hergestellt, um zwey von mir selbst verfertigte, mit den vorhergehenden vergleichen zu können; welches ich denn auch gethan habe.

Endlich erhielt ich von Genf mein Saussurisches Hygrometer zurück, das ich dahin geschickt hatte, damit Herr Paul es untersuchte, und wo nöthig verbesserte. Ich habe, wie ich im ersten Theile von diesem Instrumente redete, der Veränderungen erwähnt, die ihm während meiner Versuche begegnet waren: es erreicht nicht mehr seine Punkte der äußersten Feuchtheit und Trockenheit, ob ich es gleich anfangs sie übersteigen sahe. Herr Paul fand, daß das Haar unter diesen Versuchen eine merkliche Aendrung erlitten hatte, und verbesserte es. Ehe ich es mit den andern verglich, stellte ich es unter die feuchte Glocke, und ich werde von diesem Versuche Rechenschaft geben.

Diese 2 Hygrometer wurden neben einander gestellt, und ich habe sie insgesammt beobachtet: folgendes sind ihre Verhältnisse nach 3 Beobachtungen an verschiedenen Tagen. Die drey Hygrometer, welche ich das letzte mal nicht beobachtete, waren nicht mehr in meinen Händen.

	D. 14. May. 6½ Uh. Ab. Fahr. Therm. 61°	den 15. 7 U. Morg. Therm. 59°	den 20. 1 Uh. Ab. Therm. 60°
die 2 Hygrom. der Hr. Nairne und Blunt	43°,5 = =	43°,0 =	
	44, 7 = =	44, 0 =	34°,0
die 2 Hygrom. des Herrn Hurter.	44, 4 = =	43, 5	
	46, 2 = =	45, 5	
Meine 2 Hygrom.	45, 2 = =	44, 5 =	33,5
	44, 6 = =	44, 0 =	32,7
das Hygr. des Herrn von Saussure.	77, 5 = =	76, 7 =	60,7

Die Prüfung dieser 6 ersten Hygrometer ließ mich einige Unterschiede in ihrer Einrichtung gewahr werden, wovon diejenigen in ihren correspondirenden Punkten herrühren können, denen man aber leicht abhelfen kann. Ich glaube also, daß die, welche man in der Folge verfertigen wird, noch besser übereinstimmen werden. Aber nicht sowohl zur größern Vollkommenheit dieses Instruments, sondern um das Verhältniß der Gänge von verschiedenem Fischbein besser einzusehen, werde ich mich damit zu beschäftigen fortfahren, wozu ich den Bewegungsgrund mittheilen will.

Der große Unterschied in den Anzeigen dieser Hygrometer von der des Saussureschen, obgleich bey derselben Skale, lehrt uns überhaupt; daß der Punkt, den ein Hygrometer in Vergleichung mit seinen festen Punkten anzeigt, nicht sicher das Verhältniß der wirklichen Feuchtheit zu der äußersten angebe. Denn wenn man z. B. in dem Augenblicke der ersten obigen Beobachtung, die lokale Feuchtheit nach dem Hygrometer des Herrn von Saussure geschätzt hätte; so hätte man sie zu $\frac{77,5}{100}$ der äußersten Feuchtheit angenommen, da sie nach den

meini-

Meinigen nur $\frac{4}{1}\frac{4}{0}'\frac{7}{0}$ von ihr zu seyn schien. Dieses erweckt großen Zweifel über den Gang jedes Hygrometers, bis man durch genaue Versuche oder eine besondre Betrachtung entdeckt haben wird, welches das Hygrometer sey, dessen Gang dem der Feuchtheit am meisten proportional wäre. Ich sehe bis jetzt nicht, durch welches direkte Mittel man diese Untersuchung werde mit Gewißheit anstellen können, weil ich den Einfluß der Seiten der Gefäße fürchte, auf das Verhältniß in den Graden der Feuchtheit, die man hier hervorbringt, mit den Mengen des verdünsteten Wassers. Ich habe aber eine indirekte Untersuchung im Sinne, deren Grund folgender ist.

Das obige Hygrometer des Herrn von Sauſſure, zeigt die beyden unterschiedenen Ursachen an, deren ich bereits, nach denen die ich im letztern Jahre beobachtete, erwähnt habe. Wenn ich es an einen mehr oder weniger feuchten Ort bringe, als der, aus welchem ich es wegnehme; so bewegt es sich anfangs sehr schnell, übersteigt den Punkt, wo es stehen bleiben wird, und geht darauf langsam zu diesem Punkte zurück: dieses deutet die Einwirkungen der entgegengesetzten Ursachen an, die ich in meinem 1sten Theile angegeben, und deren Wirkungen ich in den §§. 73 und 74 gezeigt habe. Man erkennt dies sowohl bey der vorigen Beobachtung als bey dem Versuche unter der feuchten Glocke, dessen ich oben erwähnte und den ich jetzt erzählen will.

Die gebrauchte Glocke ist sehr geschickt, die Feuchtheit in dem Raume den sie einschließt, schnell zu verbreiten: denn sie hat etwa nur 4 Zoll im Durchmesser; welches das Verhältniß der Wasserschichte, die sie überzieht mit diesem Raume, vermehrt. Ich stellte das Hygrometer des Herrn von Sauſſure mit einem von

Herrn Nairne darunter. Ein unter dieselbe Glocke gestelltes Thermometer, stand während der Operation etwa 68° Fahrenh. Folgendes ist der Gang der beyden Hygrometer, von dem Augenblicke an, da der Apparat in ein mit Wasser angefülltes Behältniß gesetzt wurde, bis zu demjenigen, da sie stillstehend wurden.

	Hygr. des Hrn. von Saussure	Hygr. des Hr. Nairne.
Im ersten Augenblicke	100°,0	71°,0
10 Minuten darauf	99, 5	78, 0
15′	99, 5	80, 0
20′	99, 4	81, 0
35′	99, 3	82, 0
75′	99, 2	83, 3
95′	99, 2	83, 3

Man sieht hier erstlich, daß das Fischbeinhygrometer dem Gange folgte, den man nach dem Gange der Feuchtheit unter der Glocke erwarten muste. Denn obgleich der, von dieser eingeschlossene Raum, ganz mit Wasser umgeben war; so war doch einige Zeit nöthig, daß die Dünste hier ihr Maximum erreichten; vorzüglich bey einer vollkommnen Stille; und dies zeigt dieses Hygrometer an: unterdessen das Haarhygrometer, bald im entgegengesetzten Sinne mit dieser natürlichen Zunahme der Feuchtheit fortgieng. Man sieht hier ferner, daß dieser Rückgang sehr klein war, während das andre seine großen Bewegungen in entgegengesetzter Richtung vollbrachte. Endlich sieht man auch, daß bey dieser Temperatur von 68° Fahrenh. das Fischbeinhygrometer nicht merklich seinen 83° überstieg, obgleich die Dünste unter der Glocke ihr Maximum erreichen konnten. Als dies Hygrometer sich nicht weiter bewegte, wenn ich auch die Seiten der Glocke von neuem befeuchtete;

tete; so zog ich es heraus, und stellte es ins Wasser, wo es bald den Punkt 100° erreichte. Es ist also ausgemacht, daß der hygroskopische Gang der Haare, dem der Feuchtheit nicht proportional sey.

Man sieht ferner aus den Beobachtungen vom 14ten 15ten und 20sten May, wie sehr der Gang des Saussurischen Hygrometers sich nach der Trockenheit hin beschleunige, in Vergleichung mit dem Gange der andern. Vom 14ten bis 15ten war die mittlere Bewegung der 6 Fischbeinhygrometer nur 0°6 (oder von 45°7 zu 44°1); und die des Saussurischen 0°8. Vom 15ten bis 20sten durchliefen die 3 im Versuche noch übrig gebliebenen Fischbeinhygrometer in ihrer mittleren Bewegung, nur 11°1 (nämlich von 44°2 zu 33°1) und das des Herrn von Saussure durchlief 16. Daher gelangt es mit den andern zu gleicher Zeit zu 0, welche sich gegen die äußerste Feuchtheit, dem natürlichen Gange der äußern Ursachen gemäß, bewegen. Aber dieser letzte Umstand ist nicht hinreichend, um anzunehmen, daß der Gang der Fischbeinhygrometer dem der Feuchtheit proportional sey; man muß also ihr Verhältniß auf einem andern Wege suchen.

Wenn die hygroskopischen Substanzen jeder Art Gänge gehabt hätten, welche unter sich bey denselben Verändrungen in der Feuchtheit proportional gewesen wären; so wäre sehr wahrscheinlich dieser gemeinschaftliche Gang auch dem der Feuchtheit selbst proportional gewesen. Denn wenn gewisse Modifikationen der Substanzen, den äußern Ursachen, die sie hervorbringen, nicht proportional sind; so müssen die Ursachen dieses Mangels an Verhältniß sich in den Substanzen selbst befinden; und es ist überhaupt sehr unwahrscheinlich, daß diese letzten Ursachen, bey Substanzen von verschiedener

Natur, genau gleich seyen. Da also z. B. die, in den Körpern durch die Wärme bewirkten, Ausdehnungen durch die Körper selbst modifizirt werden; so folgen sie nicht, bey denselben Abwechslungen in der Wärme, unter sich proportionalen Gängen; weil die Wirkungen dieser Abwechslungen verschiedentlich durch die Körper von verschiedenen Naturen modificirt werden. Diese Ungleichheit in den thermometrischen Gängen der verschiedenen Körper allein, hat die Untersuchung der correspondirenden Gänge des Queckſilberthermometers und der Wärme nothwendig gemacht; denn ohne dies wäre kein Grund vorhanden gewesen, ihr Verhältniß in Zweifel zu ziehen.

Auf den ersten Anblick, haben die faserigen hygroskopischen Substanzen, durch die große Ungleichheit ihrer Gänge, diesen Charakter uns angezeigt, welcher die Zusammenkunft von entgegengesetzten Ursachen, die wenigstens einigen unter ihnen zukommen, offenbart: aber zu gleicher Zeit hat sich hier ein ausgemachter Unterschied geäußert, welcher diese Substanzen in zwey besondre Klassen, nach der Art, wie man sie anwendet, abgetheilt hat: diese Klassen sind, die Substanzen nach der Länge ihrer Fasern genommen, und diejenigen, wo man die Fasern in die Queere nimmt. Unter diesen beyden Klassen allein, ist die Ungleichheit der hygroskopischen Gänge bis jetzt erwiesen: und die erste Klasse wird vom Hygrometer ausgeschlossen; weil sie offenbar die Wirkungen der Feuchtheit auf die Art modificirt, daß sie einen, nach der Natur der Substanzen, mehr oder weniger unregelmässigen hygroskopischen Gang hervorbringt: so daß zu gleicher Zeit, da sie dem Gange der Feuchtheit in ihren Ausdehnungen nicht folgen, sie eben so wenig unter sich übereinstimmen. Es bleiben also die faserigen

rigen queer auf den Schnitt genommenen Substanzen übrig; über welche ich in diesem Betracht noch nichts bestimmtes anzugeben weiß, weil ich sie noch nicht mit nöthiger Vorsicht dem Versuche habe unterwerfen können. Mein Vorsatz ist also dies jetzt zu unternehmen, indem ich die correspondirenden Gänge von verschiedenem Fischbein näher prüfe, und sie mit denen von andern, auf dieselbe Art gebrauchten, fasrigen Substanzen vergleiche: dies wird dazu beytragen können, ein neues Licht über die Hygrometrie zu verbreiten.

Was den Gebrauch des Hygrometers betrift; so ist mir besonders einer seit einiger Zeit sehr wichtig. Das Werk von Herrn Kirwan, welches ich in der Note zu §. 852. bloß ankündigte, ist nunmehr erschienen, unter dem Titel: Versuche über das Phlogiston und die Natur der Säuren *). Mein Umgang mit diesem berühmten Chemisten hat mich in der Idee bestärkt; daß man, ohne eine große Aufmerksamkeit auf die hygroskopischen Phänomene bey chemischen Operationen, hier eine Substanz vernachläßige, die einen großen Einfluß haben kann, nämlich das Wasser: davon wird man Beweise in dem genannten Werke finden. Herr Kirwan bestimmte die Grade der Feuchtheit der gebrauchten Luftarten, nach der Zunahme an Gewicht, welche dadurch, ein in gewissem Grade concentrirtes Vitriolöl, erhielt. Er ist aber mit mir der Meinung, daß

*) Hr. Crell hat eine Uebersetzung von dem dritten Bande der Schriften dieses Chemisten veranstaltet. Dieser enthält, außer dem angeführten Werke, seine Abhandlungen über die Entstehung der fixen Luft; über die Schwefelleber-Luft und seine Schätzung der Temperaturen verschiedener Breiten.

dies Mittel bis jetzt zweydeutig war; weil man nicht wuste, ob die Säure auf gewisse Luftarten nicht eine andre Wirkung hervorbrächte, als die wässrigen Dünste davon zu trennen: welches Herr von Saussure schon vermuthet hatte. (Versuche über die Hygrometrie §. 112.) Nach diesen Betrachtungen wünschte ich, den Chemikern ein Hygrometer verschaffen zu können, das unter ihre Recipienten, eben so bequem als ein Thermometer, gestellt werden könnte; und die Beschaffenheit des Fischbeins hat mir dazu ein Mittel an die Hand gegeben. Man wird also bey Herr Hurter ein Fischbeinhygrometer verfertigen, das etwa nur 4 Zoll Länge, einen Zoll Breite und $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke hat; und dessen Skale, durch einen Vernier in 100 Theile getheilt, dennoch auf 9 Linien betragen wird.

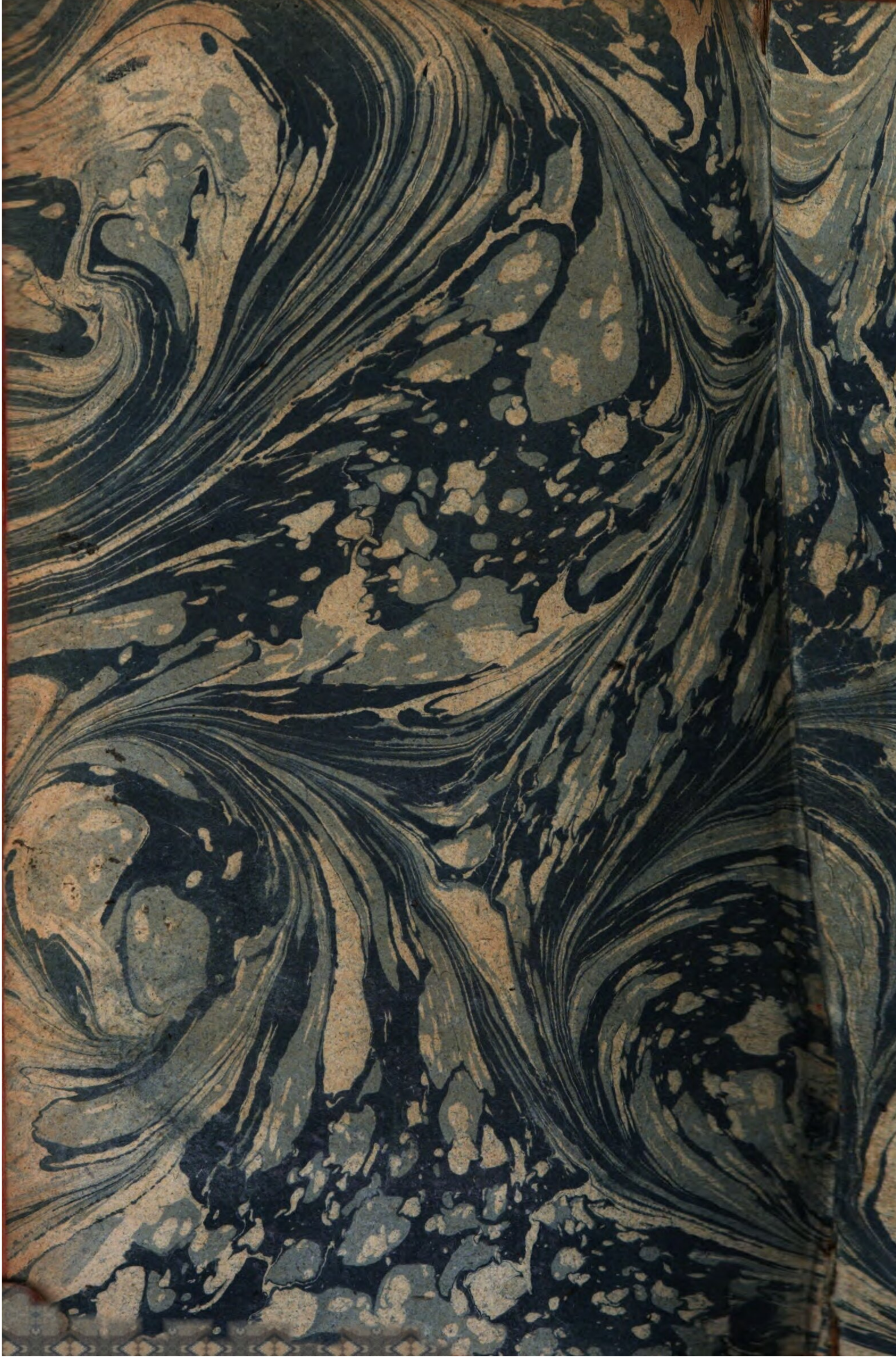
Wenn ich diese verschiedenen Vorsätze ausgeführt haben werde, so will ich eine raisonnirende Geschichte meiner Untersuchungen über die Hygrometrie herausgeben; weil ich in derselben ein groſses Feld durchlaufen bin, auf welchem ich verschiedene Thatsachen, die für die allgemeine Physik nützlich seyn können, gesammelt habe.

Verbesserungen im ersten Theile.

S 12 Z. 15 st. nebst einigem l. nebst dem geringen.
— Z. 2 v. u. st. Bestreben nach Entfernung l. Hinstreben nach dem Entfernten.
S 13 Z. 8 v. u. st. da l. wenn.
S 14 Z. 10 st. erklärt habe l. erklären will.
S 24 Z. 8 st. erweichen l. naß machen.
S 212 Z. 6 v. u. Röhren l. Rhone.
S 317 Z. 5 v. u. st. zusammengerückt l. zugedreht.
S. 318 Z. 15 st. am l. von.
S. 329 Z. 5 v. u. st. Armometer l. Anemometer.
S. 334 Z. 14 st. gekrümmte l. kulbigte.
— — Z. 17 st. bey der l. in der.
— — Z. 4 v. u. st. des l. bey seinem.
— — Z. 2 v. u. st. bey der Berührung l. in dem sich berührenden Punkte.

Verbesserungen im zweyten Theile.

S. 4. Z. 2 st. Bunt l. jedesmal, Buet.
S. 5 Z. 10 st. machen l. geben.
S. 7 Z. — st. äußerster l. äußerste.
S. 16 Z. 11 v. u. st. durch l. auf.
S. 59 Z. 11 v. u. st. von l. durch.
S. 64 Z. 10 st. das Barometer l. bey der Barom. Höhe von
S. 72. Z. 15 st. fortfuhr l. fortdauerte.
S. 75 Z. 5 v. u. st. unten l. unter.
S. 78 Z. 8 st. derjenigen l. demjenigen.
S. 82 Z. 3 st. ausdrückende l. bestimmte.
S. 92 Z. 11 st. mit l. zu.
S. 105 Z. 11 st. es verstand l. mir vorstellte.
S. 132 Z. 11 v. u. st. leidet l. leitet.
S. 144 Z. 6 den übrigen Säulen l. der übrigen Säule.
S. 158 Z. 11 st. in l. unter.
S. 175 Z. 10 v. u. st. feiner l. reiner.
S. 213 Z. 11 v. u. st. Troostreyck l. Troostwyk.
S. 215 Z. 15 st. ersetzen l. zersetzen.
S. 229 Z. 13 v. u. st. Theilen l. Zeiten.
S. 257 Z. v. u. st. Courmageur l. Courmayeur.
S. 258 Z. 6 v. u. st. leitern l. leiten.
S. 267 Z. 16 st. vor l. von.
S. 299 Z. 21 mit dem kleinen Konduktor nicht versehenen Elektrometer.



BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Luc, Jean André de, 1727-1817

Neue Ideen über die Meteorologie Aus dem Französischen übersezt

Bd.: Zweyter Theil

Berlin und Stettin 1788

Phys.sp. 407-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134205-6
VD18 9061447